

H. F. Potthast

Bochum 1970

Aus der
Chirurgischen Klinik und Poliklinik

der
Berufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten
"Bergmannsheil" Bochum

Chefarzt: Professor Dr. med. Jörg R e h n

Der Fixateur externe in der aseptischen und septischen
Unfallchirurgie

In a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin
einer

Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruhr-Universität zu Bochum

vorgelegt von

Heinz Friedrich P o t t h a s t

aus Bochum

1977



Dekan:	Prof. Dr. med. Wolfgang Forth
Referent:	Prof. Dr. med. Jörg Rehn
Koreferent:	Prof. Dr. med. Wolf Brinkmann

Tag der mündlichen Prüfung: 15. Februar 1978

Bei der Einteilung der Pseudarthrosen habe ich mich nach der Nomenklatur gerichtet, die Weber und Čech in Ihrem Buch "Pseudarthrosen" verwendet haben.

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Einleitung	1
1.1 Geschichtlicher Überblick	1
1.2 Indikationen für den Fixateur externe	2
1.3 Technik der Anwendung des Fixateur externe	3
1.3.1 Technik des Rahmenfixateur	3
1.3.2 Technik des Klammer-Fixateur	5
1.3.3 Anwendungsmöglichkeiten des Fixateur externe	7
2. Eigenes Krankengut	10
2.1 Der Fixateur externe in der Behandlung von Frakturen in Verbindung mit massiven Weichteilschäden	12
2.2 Der Fixateur externe in der Behandlung sprunggelenknaher Unterschenkeltrümmerfrakturen	14
2.3 Umstellungsosteotomien mit dem Fixateur externe	15
2.3.1 am Fuß	15
2.3.2 an der Tibia (sprunggelenknah)	16
2.3.3 in Höhe des Tibiakopfes	19

		<u>Seite</u>
2.4	Der Fixateur externe in der Behandlung von nicht infizierten Pseudarthrosen des Unterschenkels	20
2.5	Der Fixateur externe in der Behandlung von Refrakturen nach durchgemachten Osteomyelitiden	24
2.6	Der Fixateur externe nach offenen Frakturen bei Zustand nach Arthrodesse des Kniegelenkes	27
2.7	Der Fixateur externe in der Behandlung von posttraumatischen Osteomyelitiden oder infizierten Frakturen (keine Pseudarthrosen)	28
2.7.1	am Oberschenkel	29
2.7.2	am Unterschenkel	29
2.8	Der Fixateur externe in der Behandlung von infizierten Pseudarthrosen	33
2.8.1	Infizierte Defektpseudarthrosen am Oberarm	33
2.8.2	Infizierte Defektpseudarthrosen am Oberschenkel	36
2.8.3	Infizierte hypertrophe Pseudarthrosen am Oberschenkel	45
2.8.4	Infizierte Pseudarthrosen am Unterschenkel	46
2.8.4.1	Infizierte hypertrophe und kallusarme Pseudarthrosen am Unterschenkel	50
2.8.4.2	Infizierte dystrophe Pseudarthrosen am Unterschenkel	51
2.8.4.3	Infizierte oligotrophe Pseudarthrosen am Unterschenkel	52
2.8.4.4	Infizierte Defektpseudarthrosen am Unterschenkel	52
2.8.4.5	Nachuntersuchung	58
2.9	Ergänzung: Der Fixateur externe am Unterarm	62

		<u>Seite</u>
3.	Diskussion	64
3.1	Der Fixateur externe in der aseptischen Knochenchirurgie	64
3.2	Der Fixateur externe in der septischen Knochenchirurgie	69
4.	Zusammenfassung	71
5.	Anhang	73
5.1	Literatur	73
5.2	Bildteil	79

Der Fixateur externe in der aseptischen und septischen Unfallchirurgie (nicht berücksichtigt Arthrodesen) anhand des Krankengutes der Berufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten "Bergmannsheil" Bochum 1969 bis Ende 1974

=====

1. Einleitung

1.1 Geschichtlicher Überblick

Die Anwendung des Fixateur externe geht auf Charnley in England zurück. Er verwandte bereits in den dreißiger Jahren äußere Spannvorrichtungen in Kombination mit Steinmann-Nägeln, eine Weiterentwicklung des bereits von Hoffmann (16) und Steinmann (41) erprobten Mechanismus, um Arthrodesflächen unter Druck verknöchern zu lassen. (Charnley, 5)

Noch vor Charnley verwandten Malgaigne im Jahre 1853 (Malgaigne, 24) und 1902 Lambotte (Lambotte, 23) Fixateur externe ähnliche Mechanismen, um Knochenfrakturen percutan zu stabilisieren.

1933 entwickelte Cuendet eine Art Rahmenfixateur, bei dem er Nägel verwandte, die den Knochen durchbohren und so erlauben, an jeder Seite einen Spanner anzulegen. (Cuendet, 7)

Eine Fortsetzung des Prinzips von Charnley fand sich in der Hüftchirurgie, wo bei Umstellungsosteotomien Schanz'sche Schrauben an ihren aus den Weichteilen herausragenden Enden mit einer Spannvorrichtung einander genähert werden und damit der Osteotomiespalt komprimiert wird.

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen in der Schweiz hat den Fixateur externe mit in ihr - speziell für Osteosynthesen hergestelltes - Instrumentarium aufgenommen.

Eine weitere wichtige Entwicklung ist der Distraktionsapparat nach Wagner, der von Wagner zur Verlängerungsosteotomie langer Röhrenknochen entwickelt wurde und heute auch Verwendung in der Behandlung von infizierten Pseudarthrosen am Oberschenkel, Oberarm sowie am Unterarm findet.

Mit der Verbreitung dieses Instrumentariums in den sechziger Jahren hat auch der Fixateur externe nun im deutschsprachigen Raum an Bedeutung gewonnen.

1.2 Indikationen für den Fixateur externe

Meine Aufgabe war es nun, anhand des Krankengutes der Berufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten "Bergmannsheil" Bochum die Indikationen, die Anwendungsmöglichkeiten und die Erfahrungen, die seit 1969 in dieser Klinik mit dem Fixateur externe gesammelt worden sind, zusammenzustellen und auszuwerten, wobei ich die Möglichkeit, den Fixateur externe bei Arthrodesen anzuwenden, nur kurz streifen werde.

Folgende Indikationen werden im "Bergmannsheil" Bochum für den Fixateur externe gesehen:

- a) Infizierte Pseudarthrosen am Unterschenkel, Oberschenkel, Oberarm sowie am Unterarm.
Hier ermöglicht der Fixateur externe eine stabile Osteosynthese, ohne einen Fremdkörper in die von der Osteomyelitis befallenen Teile der Knochen einzubringen.
- b) Arthrodesen
Dieses Gebiet soll hier nur vollständigkeithalber Erwähnung finden.
- c) Umstellungsosteotomien an der Tibia
 - in Höhe des Sprunggelenkes
 - in Höhe des Tibiakopfes
- d) Infizierte Frakturen, die nicht stabil durchbaut sind.

- e) Refrakturen nach
 - Osteomyelitiden
 - Arthrodesen im Bereich des Kniegelenkes
- f) Nicht infizierte Pseudarthrosen am Unterschenkel mit und ohne Fehlstellung bei schlechten Weichteil- oder Durchblutungsverhältnissen
- g) Frische Frakturen mit schlechten Weichteilverhältnissen, die es unmöglich machen, eine Platte unter vitales Gewebe zu versenken. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, die Weichteile offen behandeln zu können.
- h) Gelenknahe Frakturen

1.3 Technik der Anwendung des Fixateur externe

1.3.1 Technik des Rahmenfixateur

Am Unterschenkel findet fast ausschließlich der sog. Rahmenfixateur, der aus mindestens zwei Steinmann-Nägeln und äußeren Spannschrauben besteht, Anwendung.

Die Steinmann-Nägel dürfen im Corticalisbereich nicht ohne Vorbohrung des Kanals in den Knochen eingebracht werden.

Muß sich der Nagel selbst sein Lager bohren, ist die Hitzeentwicklung so erheblich, daß der anliegende Knochen verbrennt und so eine Verbrennungsnekrose zur Folge hat. (s. Abb. 1)

Durch diese Nekrose, die im Röntgenbild durch ihre Ringform rund um den Steinmann-Nagel zu erkennen ist, kommt es zu einer Lockerung des Nagels und dadurch zu einer Instabilität des Rahmensystems, die zu guter Letzt die Infektionsgefahr erheblich steigert (Infekt des Knochens entlang dem Steinmann-Nagel). Ebenfalls darf ein Steinmann-Nagel nie mit einem Hammer durch einen Röhrenknochen geschlagen werden. Die dadurch unter Umständen entstehenden Frakturen machen eine stabile Lage des Nagels unmöglich. (Weber, Čech, 45, Seite 69, 96)

Durch eine Stichinzision wird eine Gewebeschutzhülse (Troikarthülse) bis zum Knochen geführt.

Durch die Troikarthülse wird mit einem 3,6 mm-Bohrer (oder 4,0 mm-Bohrer) das Lager des Steinmann-Nagels vorgebohrt.

Danach wird der Nagel (Durchmesser 4,0 mm oder 4,5 mm) ins Universalbohrfutter mit Handgriff eingespannt, dann von Hand in den Bohrkanal eingebracht und durch eine Stichinzision in der Haut der Gegenseite weiter vorgeschoben (siehe Abb. 2).

Der äußere Spanner wird mit zwei Muffen aufgesetzt und angezogen. Sollen mehr als zwei Steinmann-Nägel in paralleler Anordnung durch je einen äußeren Spanner an jeder Seite verbunden werden, so ergibt sich die Schwierigkeit, die Nägel in der gleichen Ebene anzubringen, damit sie in die Muffen des geraden Gestänges hineingleiten und keine Verwringung des Rahmens durch schlechten Sitz eintritt. In dieser Situation kann man sich damit helfen, daß man bei zwei eingebrachten Nägeln, die diesseits und jenseits der Fraktur oder der Pseudarthrose eingebracht werden, an einer Seite zwei äußere Spanner mit entsprechender Anzahl von Muffen aufsetzt - einen Spanner hautnah, einen Spanner hautfern - ; dann die nächsten Steinmann-Nägel durch die noch freien Muffen bohren. Durch die Führung des Steinmann-Nagels in zwei Muffen an der einen Seite wird dieser sicher in die Muffe des Spanners an der anderen Gliedmaßen-seite eingebracht.

Bei Anwendung des Fixateur externe in Gelenknähe tritt manchmal die Notwendigkeit ein, die Verspannung auch über ein Gelenk durchzuführen. Der Steinmann-Nagel wurde, z.B. im Fersenbein, bei einer sprunggelenknahen Unterschenkelstückfraktur, die im unteren Tibiafragment nur Platz für einen Steinmann-Nagel zuließ, eingebohrt.

Man sollte die Verspannung (ohne Druck anzuwenden) aber nur so lange wie unbedingt notwendig beibehalten, um eine Arthrodesis zu vermeiden.

1.3.2 Technik des Klammer-Fixateur

Im mittleren und oberen Drittel der Oberschenkel, am Oberarm sowie am Unterarm verwenden wir statt der Steinmann-Nägel von lateral eingebrachte Schanz'sche Schrauben (ebenfalls findet der Rahmenfixateur am Unterarm Anwendung).

Am Oberschenkel würden die Gefäße an der medialen Seite durch Steinmann-Nägel gefährdet, aber natürlich muß auch am Oberarm auf Gefäß- und Nervenverläufe geachtet werden.

Sowohl am Oberschenkel als auch am Oberarm würden die körperwärts herausragenden Nägel eine erhebliche Behinderung, wenn nicht sogar Verletzungsgefahr, bedeuten.

Bei der Anwendung äußerer Spanner nur an einer Seite - wie bei den Schanz'schen Schrauben - und bei der Herstellung einer reinen äußeren Verstrebung ohne die Möglichkeit der Druckanwendung auf die Fragmentenden sowie bei nur zwei oder drei Steinmann-Nägeln bei einer Defektpseudarthrose ist eine Stabilisierung nur dann möglich, wenn eine Verspannung durch zwei äußere Spannschrauben auf jeder Seite (bei Schanz'schen Schrauben auf einer Seite) durchgeführt wird. Dabei müssen die Spannschrauben an einer Seite gegensinnig angezogen werden, damit das Gestänge der Schanz'schen Schrauben bzw. der Steinmann-Nägel und der Spannschrauben versteift wird (siehe Abb. 3).

(Müller, M.E., u.a., 26; Weber, Čech, 45)

Die Schanz'schen Schrauben werden nach Stichinzision und nach Vorbohrung von Hand eingesetzt (wiederum wird die Gewebeschutzhülse verwendet).

Oft finden auch modifizierte Schanz'sche Schrauben Verwendung. Diese Schrauben haben den Vorteil, daß sie sich das Gewinde nicht selbst schneiden, sondern wie eine AO-Corticalis-Schraube nach Vorschneiden des Gewindes mit einem Gewindeschneider eingedreht werden. (s. Abb. 3 a)

(Weber, Čech, Pseudarthrosen, 45, S. 69 - 70; Sattel, W., u.a., 34)

Seit einem Jahr findet in unserer Klinik der Distraktionsapparat nach Wagner zur Stabilisierung am Oberschenkel und am Oberarm - seit Beginn des Jahres 1975 auch am Unterarm - in Verbindung mit Schanz'schen Schrauben Anwendung. (Rehn, J., 28; Goymann, V., 10)

Am distalen Femur verwenden wir häufig die Kombination Schanz'sche Schrauben - Steinmann-Nägel.

Beim Einbringen sowohl der Steinmann-Nägel als auch der Schanz'schen Schrauben in einen infizierten Röhrenknochen ist besonders darauf zu achten, daß man das Metall in einem ausreichenden Abstand zum Infektionsherd einsetzt. Ist dieser Abstand zu gering, besteht die Gefahr der Reaktivierung oder einer Verstärkung der Infektion unter Einbeziehung des Metalls.

Bei schweren Infektionen in der Nähe der Bohrlöcher ist die Stabilität stark gefährdet, da die Infektion im Nagel- oder Schraubenbohrloch zur Entfernung des Metalls zwingt. Auch ein bereits geschädigter Knochen kann den Steinmann-Nägeln keinen ausreichenden Halt geben. (Rehn, J., 28)

Hierholzer verwendet eine sog. räumliche Verspannung (Zeltform), indem er, z.B. am Unterschenkel, auch noch über die vordere Tibiakante Schanz'sche Schrauben einbringt und diese untereinander und mit den seitlich herausragenden Steinmann-Nägeln mit Hilfe von weiteren Steinmann-Nägeln verbindet; dadurch erreicht er einen hohen Grad an Stabilität.

Diese Anwendung des Fixateur externe empfiehlt sich besonders bei kurzen distalen oder proximalen Fragmenten, bei denen mit der üblichen Verspannung oft nur ein Steinmann-Nagel in das kurze Fragment eingebracht werden kann und so eine ausreichende Stabilität nur schwerlich erreicht wird.

1.3.3 Anwendungsmöglichkeiten des Fixateur externe

Theoretisch ist der Fixateur externe überall dort zu verwenden, wo eine Knochenvereinigung durch Stabilisation der Fragmentenden erleichtert werden kann und ausreichender Platz proximal und distal vorhanden ist.

In der Praxis findet der Fixateur externe überall dort, wo Weichteile gefährdet sind, keine ausreichende Weichteildeckung einer direkten internen Osteosynthese möglich ist oder ein Infekt besteht oder befürchtet wird, Anwendung.

Die Stabilisierung ist dabei nicht nur durch Druckanwendung auf die Fragmentenden möglich. In vielen Fällen (Form der Fragmentenden, Defekt) kann oder soll Druck nicht angewandt werden. Mit dem Fixateur externe ist dann über eine äußere Verstrebung dennoch eine optimale Ruhigstellung der Fragmentenden möglich.

In diesen Fällen sichert der Fixateur externe bei Defekten die richtige Länge des Röhrenknochens und die Skelettachse als eine Art Platzhalter. (Abb. 4)

Der Klammer-Fixateur findet nur als Druckosteosynthese Anwendung, da ihm als Stillhalte-Fixateur eine ausreichende Stabilität fehlt. Eine Ausnahme bildet der Wagner-Apparat: mit ihm kann sowohl Druck als auch Stillhaltefunktion ausgeübt werden. (Goymann, 10)
Am Oberschenkel und am Oberarm dient er auch als Platzhalter.

Die theoretischen Anwendungsmöglichkeiten werden durch zahlreiche andere Osteosynthese-Verfahren, die sich in der Praxis bewährt haben, eingeschränkt. So wird man aus praktischen Erwägungen heraus bei frischen Frakturen und guten Weichteilverhältnissen eine direkte interne Osteosynthese vorziehen.

Falls aber bei einem Frischverletzten die Weichteilverhältnisse so schlecht sind (offene Fraktur 2. bis 3. Grades, schwere Quetschung der Weichteile), daß es unmöglich oder zu riskant ist, das Osteosynthesematerial unter vitales Gewebe zu versenken sowie bei einer verspäteten Versorgung einer Fraktur mit gefährdeten Weichteilen und unter Umständen bereits bestehender Infektion wird man zum Fixateur externe greifen. (Müller, M.E., 25; Burri, C., 4)

Das wird besonders dann der Fall sein, wenn die ausgedehnten Weichteilwunden im Gipsverband nur ungenügend behandelt werden können und die Fraktur im Gipsverband infolge der großen Gipsfensterung, die man zur Weichteilbehandlung anlegen muß, nicht ausreichend ruhiggestellt werden kann.

Diese Instabilität würde dann das Angehen einer Infektion begünstigen und im Falle einer bestehenden Osteomyelitis diese unterhalten und ihre kausale Therapie unmöglich machen. (Rehn, J., 28; Burri, C., 2, 4)

Oft ist es möglich, die Steinmann-Nägel bei diesen ausgedehnten Weichteilverletzungen noch im gesunden Gewebe einzubringen. Durch Aufhängen der Gliedmaßen an den äußeren Spannern (Schwebelagerung) werden die Weichteile für eine ungehinderte offene Behandlung freigehalten.

Ferner besteht so die Möglichkeit, die Weichteile immer beobachten zu können, und im Falle eines Infektes oder einer Nekrose ist sofortiges Eingreifen möglich.

In unserer Klinik hat der Fixateur externe eine überragende Bedeutung in der Behandlung der infizierten Pseudarthrosen wie auch der infizierten Frakturen erlangt.

Die am Knochen angreifenden Steinmann-Nägel oder Schanz'schen Schrauben können außerhalb des infizierten Bereiches eingebracht werden. Die Vorteile der Weichteilbehandlung sind bereits erwähnt. Der Fixateur externe findet ebenfalls Anwendung zur Stabilisierung bei verzögerter Bruchheilung, bei Osteomyelitiden oder bei Refrakturen sowohl nach Osteomyelitis als auch nach vorausgegangenen Arthrodesen.

Nach wie vor hat der Fixateur externe seine Bedeutung bei den Arthrodesen sowohl bei den primären Arthrodesen nach Stückfrakturen mit Gelenkbeteiligung als auch nach schmerzhaften und bewegungshemmenden arthrotischen Prozessen.

Ebenfalls werden Umstellungsosteotomien in Knie- und Sprunggelenksnähe nicht selten mit dem Fixateur externe stabilisiert.

2. Eigenes Krankengut
=====

Im Zeitraum Anfang 1970 bis Ende 1974 wurden in den Berufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten "Bergmannsheil" Bochum - abgesehen von Arthrodesen - 120 Patienten mit dem Fixateur externe behandelt. Bei den 120 Fällen handelt es sich um 18 Frauen und 102 Männer. Die jeweiligen Nachuntersuchungen fanden Anfang 1975 statt.

Tabelle 1:

	Unter- schenkel	Ober- schenkel	Ober- arm
Pseudarthrosen, infiziert	71	13	3
Pseudarthrosen, nicht infiziert	7	-	-
Osteomyelitis verzögerte Bruchheilung	6	1	-
Umstellungsosteotomie	8	-	-
offene Fraktur + schlechte Weichteilverhältnisse	3	-	-
gelenknahe Frakturen	2	-	-
Refrakturen nach Arthrodese	2	-	-
Refrakturen nach Osteomyelitis	1	2	1
Gesamt	100	16	4

Aus der Tabelle 1 geht hervor, daß überwiegend, nämlich in 100 von 120 Fällen (= 83,3 %), am Unterschenkel eine Indikation für den Fixateur externe gesehen wurde.

Tatsächlich bietet der auf der Streckseite nur von einem geringen Weichteilmantel umhüllte Schienbeinknochen die besten Voraussetzungen für das Anlegen eines Fixateur externe.

Von diesen 100 Fällen entfallen wiederum 71 auf die Behandlung der infizierten Pseudarthrosen am Unterschenkel (= 71 %), weitere 6 entfallen auf die Behandlung einer Osteomyelitis am Unterschenkel, bei der noch keine Pseudarthrose vorgelegen hat. Dazu kommt noch eine Refraktur nach durchgemachter Osteomyelitis. Zusammen sind das 78 Fälle mit einer Osteomyelitis (= 78 %). Am Oberschenkel entfallen sogar 81,2 % auf die Behandlung von infizierten Pseudarthrosen. Der Fixateur externe wurde am Oberschenkel ausschließlich in Fällen einer Osteomyelitis angewendet. Am Oberarm machten die infizierten Pseudarthrosen 75 %, die Gesamtheit aller infizierten Prozesse, die mit einem Fixateur externe behandelt wurden, wie am Oberschenkel 100 % aus.

Bei der Auswertung der 120 Fälle war ich in 30 Fällen gezwungen, die Ergebnisse von Untersuchungen, die im Rahmen von Begutachtungen durchgeführt wurden, zu übernehmen, da es aus Kostengründen unmöglich war, alle Patienten zur Nachuntersuchung einzubestellen.

8 Patienten erschienen leider nicht zur Nachuntersuchung, so daß die Ergebnisse ihrer Kontrolluntersuchungen nicht mit in die Bewertung aufgenommen werden konnten.

Bei 19 Patienten lagen zum Jahreswechsel 1974/1975 noch die Steinmann-Nägel bzw. die Schanz'schen Schrauben, so daß von ihnen nur ein Teil der Unterlagen ausgewertet werden konnte.

2.1 Der Fixateur externe in der Behandlung von Frakturen
in Verbindung mit massiven Weichteilschäden

Bei drei Patienten wurde wegen schlechter Weichteilverhältnisse, die es unmöglich machten, Osteosynthesematerial unter vitales Gewebe zu versenken, der Fixateur externe angelegt.

Bei einem Patienten geschah dies als Ersteingriff. Herr C., zum Zeitpunkt des Unfalls 39 Jahre alt, erlitt bei einem Verkehrsunfall am 13.6.1973 Oberarmschaftfrakturen rechts und links mit einer Radialisparese links, Rippenserienfrakturen, schwere Schädelhirntraumen mit Kalottenfrakturen und eine offene Unterschenkelfraktur rechts dritten Grades. Der Patient stand zum Zeitpunkt des Unfalls unter Alkoholeinfluß.

Herr C. wurde, nachdem seine Oberarmfrakturen mit einem Gipsverband versorgt waren, noch am gleichen Tag in unsere Klinik eingeliefert. Angesichts der massiven Weichteilverletzungen wurden am 14.6.1973 nach Wundversorgung je zwei Steinmann-Nägel dieserseits und jenseits der Fraktur eingebracht und mit Hilfe äußerer Spanner unter Druck gesetzt.

Anschließend wurde die Wunde mit Spalthaut gedeckt. In Abständen von je einer Woche wurden die Oberarmfrakturen verplattet.

Am 24.8.1973 wurde bei liegendem Fixateur externe nach ausgedehnter Decortication autologe Spongiosa angelagert.

Nach einem Monat wurde eine Nekroseabtragung mit nachfolgender Spalthautdeckung am rechten Unterschenkel notwendig.

Der Heilungsverlauf wurde durch eine Serumhepatitis kompliziert, die eine Verlegung in die Medizinische Klinik erforderlich machte.

Am 10.12.1973 wurden die Steinmann-Nägel nach einer Liegezeit von 22 Wochen entfernt. Bei der Nachuntersuchung Ende 1974 stellte sich Herr C. in normalen Kaufschuhen mit orthopädischen Maßeinlagen sowie einer Absatzerrhöhung von 1 cm vor.

Die Fraktur war sowohl klinisch als auch röntgenologisch fest, die eingebrachte autologe Spongiosa war gut durchbaut, das Bein war voll belastbar. Das rechte Bein war gegenüber links um 1 cm verkürzt und wies in der Aufsicht eine Valgusfehlstellung von 10 Grad sowie eine geringfügige Antekurvation von 3 Grad in der Seitenansicht auf.

Die Gelenke waren, ausgenommen das obere Sprunggelenk, das mit Heben und Senken der Fußspitze (0/0/30 Grad) eine starke Einschränkung aufwies, frei beweglich.

Herr H., als dritter Patient, zog sich bei einem Verkehrsunfall am 24.8.1973 eine Unterschenkeltrümmerfraktur links mit großen Weichteildefekten am linken Ober- und Unterschenkel zu, die mit einem langen Beinrundgipsverband, einem Fersenbeindrahtzug und einer Hautplastik am linken Oberschenkel behandelt wurde.

Am 10.9.1973 wurde Herr H., einen Monat nach seinem Unfall, in unsere Klinik eingeliefert.

Immernoch bestanden die massiven Weichteilschäden am linken Unter- und Oberschenkel.

Am 14.9.1973 wurden nach viermaliger Pleurapunktion wegen eines Hämatorax drei Steinmann-Nägel proximal und drei Steinmann-Nägel distal der Fraktur eingebracht, mit äußeren Spannern versehen und der Weichteildefekt am linken Unterschenkel mit Spalthaut gedeckt.

Nach Anlagern von autologer Spongiosa und nach zweimaliger Muldung der Tibia mit anschließender Spalthautdeckung (Hierholzer, 14) wurden nach 22 Wochen die Steinmann-Nägel entfernt.

Die Nachuntersuchung zeigte gute knöcherne Durchbauung, die Fraktur war sowohl klinisch als auch röntgenologisch fest in guter Achsstellung verheilt. Das Bein ist um 1 cm verkürzt. Herr H. kann das Bein voll belasten. Die Funktionen der angrenzenden Gelenke konnten erhalten werden.

Bei keinem der drei Patienten kam es zu einer Infektion, was sicherlich mit auf die gute Stabilität der Fraktur, die durch den Fixateur externe erzielt worden ist, und auf die Einbringung von autologer Spongiosa zurückzuführen ist. (Burri, C., 3) Autologe Spongiosa - in Verbindung mit ausgedehnter Decortication - wurde in allen Fällen eingebracht, um die Frakturheilung zu unterstützen. Die Stabilität, die Spongiosa zum Einheilen benötigt (Weber, Čech, 45; Schramm, 41; Schmit-Neuerburg, 39), wurde durch den Fixateur externe bestens gewährleistet.

Bei allen Patienten konnte, da keine Infektion vorlag, eine Weichteildeckung mit Spalthaut vorgenommen werden.

In allen drei Fällen ist der Frakturspalt knöchern fest überbrückt. Die Achsstellung war in zwei Fällen anatomisch korrekt, in einem Fall bestand ein Valgus von 10 Grad, der vielleicht noch einer operativen Korrektur bedarf.

Die durchschnittliche Liegezeit des Fixateur externe betrug 28 Wochen. In dieser Zeit gelang es bei allen drei Fällen mit Hilfe von mehrfachen Spalthautdeckungen, die zum Teil erheblichen Weichteildefekte zu decken.

Mit Hilfe des Fixateur externe konnte so in drei Fällen (durch eine übungsstabile Osteosynthese) trotz widrigster Weichteilverhältnisse bei zum Teil polytraumatisierten Patienten ein gutes Ergebnis, bei einem Patienten bedingt durch die zahlreichen Komplikationen (z.B. nicht infizierte Pseudarthrose am Oberschenkel) ein befriedigendes Ergebnis erzielt werden.

Bei allen Patienten konnte eine Amputation vermieden werden.

2.2 Der Fixateur externe in der Behandlung sprunggelenknaher Unterschenkeltrümmerfrakturen

Bei zwei Patienten mit offenen sprunggelenknahen Unterschenkeltrümmerfrakturen wurden die Frakturen nach vorausgegangener Spalthautdeckung mit dem Fixateur externe behandelt.

Jeweils mußte ein Steinmann-Nagel durch das Fersenbein eingebracht werden, da im unteren Tibia-Fragment nicht genügend Raum vorhanden war, alle notwendigen Steinmann-Nägel dort einzubringen. In einem Fall wurde autologe Spongiosa angelagert.

Es war das Bestreben, die Dauer der Verspannung über das Gelenk hinaus so kurz wie eben möglich zu halten, da man eine Versteifung des Sprunggelenkes vermeiden wollte.

Trotzdem war in einem Fall die Beweglichkeit des oberen Sprunggelenkes (bei knöcherner Durchbauung des Frakturspaltes) fast vollständig aufgehoben, im zweiten Fall endgradig eingeschränkt. In beiden Fällen konnten die Folgen der Bewegungseinschränkung durch orthopädisches Schuhwerk, im Fall 1 in Verbindung mit einer Abrollsohle, gemindert werden. Beide Patienten konnten das Bein wieder voll belasten.

2.3 Umstellungsosteotomien mit dem Fixateur externe

2.3.1 am Fuß

Frau F., zum Zeitpunkt des Unfalls 23 Jahre alt, zog sich bei einem Verkehrsunfall am 19.11.1968 eine geschlossene Fraktur des linken Mittelfußes sowie der Fußwurzelknochen, eine Teilverrenkung der linken Großzehe sowie multiple Schnittverletzungen im Gesicht und eine Commotio cerebri zu.

Die Fraktur wurde konservativ im Gipsverband behandelt. Die Teilverrenkung der linken Großzehe wurde 1969 durch eine Operation nach Brandes beseitigt.

Am 19.6.1974 wurde Frau F. in unserer Klinik stationär aufgenommen. Die Diagnose lautete: Zustand nach in Fehlstellung verheilten Fußwurzel- und Mittelfußbrüchen mit Ausbildung eines traumatischen Hohlfußes links.

Am 21.6.1974 wurden nach einer Keilosteotomie im linken Mittelfuß und im linken Großzehengrundgelenk zwei Steinmann-Nägel in den Fuß eingebracht (Mittelfuß-Fußwurzel) und so der Hohlfuß korrigiert.

Nach 6 Wochen, am 1.8.1974, konnten die Steinmann-Nägel wieder entfernt werden.

Anfang 1975 erschien Frau F. in orthopädischen Stiefeln zur Nachuntersuchung. Der Osteotomiespalt war knöchern fest überbrückt, der Fuß war voll belastbar. Es fanden sich die gleichen Gelenkfunktionen wie vor der Operation.

Das obere Sprunggelenk war frei beweglich, das untere Sprunggelenk hatte ein Drittel seiner Beweglichkeit eingebüßt, ebenso war die Vorfußverwindbarkeit nach innen und außen eingeschränkt. Das Gangbild war mit den orthopädischen Stiefeln ausreichend sicher.

2.3.2 an der Tibia (sprunggelenknah)

Bei fünf Patienten wurde eine Umstellungsosteotomie der Tibia in der Nähe des Sprunggelenkes mit Hilfe des Fixateur externe durchgeführt.

Ende 1974 lagen bei zwei Patienten noch die äußeren Spanner.

Bei allen fünf Patienten bestand eine Varusfehlstellung, in einem Fall in Kombination mit einer Rekurvation und einer Spitzfußstellung, in einem Fall nur in Verbindung mit einer Spitzfußstellung. (Tabelle 2)

Jedesmal ging ein Trauma ursächlich den Fehlstellungen voraus. Die durchschnittliche Liegezeit der äußeren Spanner betrug 22,5 Wochen. (In zwei Fällen wurde keine Spongiosa angelagert.) Bei den zwei noch nicht abgeschlossenen Fällen wurde autologe Spongiosa angelagert; ob sich die Liegezeit des Fixateur externe dadurch wesentlich verändert, kann noch nicht entschieden werden.

Tabelle 2:

	Patient				
	1	2	3	4 ⁺)	5 ⁺⁺)
Spitzfuß		x		x	
Valgus					
Varus	x	x	x	x	x
Rekurvations		x			
Antekurvations					
posttraumatisch	x	x	x	x	x
Spongiosa		x		x	x
Liegezeit (Wochen) Fixateur externe	25 [⊗])	23	19	o)	o)
Achsstellung	+	(+)	+	+	+
Ergebnis Gelenke	-	+	+	-	-
orthopädische Hilfsmittel	x	x		x	

+ = positiv

(+) = befriedigend

- = negativ

⊗) = sekundär infiziert,
daher die lange
Liegezeit

o) = bei Ende der Unter-
suchung war die Behand-
lung noch nicht abge-
schlossen

x = vorhanden

+) Patientin 4 trug bereits vor
der Umstellung orthopädisches
Schuhwerk, ihre Sprunggelenke
waren fast vollständig einge-
steift

++) bei Patientin 5 war das Sprung-
gelenk steif

Das Ergebnis von vier Eingriffen (Patienten 1, 3, 4 und 5) kann, bezogen auf die Achsstellung, als positiv bewertet werden. Bei diesen vier Patienten konnten die Varusfehlstellungen korrigiert werden; bei einer Patientin wurde zusätzlich durch eine gewollte Rekurvation eine bestehende Spitzfußstellung funktionell gemildert.

Bei Patient 2 konnte zwar die Varusfehlstellung korrigiert werden, die Rekurvation aber besteht weiter.

Nicht ganz so befriedigend ist das Ergebnis, wenn man die Funktionen der anliegenden Gelenke betrachtet.

Bei den drei abgeschlossenen Fällen wurden in einem Fall die Bewegungsmöglichkeit vollständig aufgehoben, in einem Fall leicht eingeschränkt. Sowohl Fall 2 als auch Fall 3 lassen hoffen, die bestehende endgradige Bewegungseinschränkung der Sprunggelenke noch zu verbessern und in einem Fall die Bewegungsmöglichkeit des Kniegelenkes wiederherzustellen.

Allerdings muß man sich die Vorschäden der Gelenke betrachten, wenn man ein abschließendes Urteil abgeben will:

Patient 1 (Herr G.) erlitt bei einem Verkehrsunfall eine Unterschenkelstückfraktur mit Gelenkbeteiligung und lehnte eine Osteosynthese ab. An der Fraktur entwickelte sich eine Infektion, und erst nach mehrmaligen Muldungen der Tibia und der bereits beschriebenen Fehlstellungen kommt es zu dieser Umstellungsosteotomie.

Bei der Patientin 4 (Frau P.) ging die Behandlung einer infizierten Defektpseudarthrose (12 cm) der Tibia (mit einem Peroneaschaden) voraus, die mit dem Fixateur externe erfolgreich behandelt wurde (Liegezeit Fixateur externe 30 Wochen). Die Sprunggelenke waren bereits bis auf Wackelbewegungen versteift. Anschließend mußte das linke Bein noch wegen einer Refraktur längere Zeit ruhiggestellt werden.

Bei Patientin 5 (Frau K.) waren sowohl das untere als auch das obere Sprunggelenk bereits versteift. Vorausgegangen war eine Behandlung mit dem Fixateur externe nach einer Unterschenkelstückfraktur mit massiver Gelenkbeteiligung nach einem Sprung in suizidaler Absicht von einer Brücke.

Bei keinem der Patienten konnte eine Verkürzung aufgrund der Umstellungsosteotomie festgestellt werden.

Technik einer sprunggelenknahen Umstellungsosteotomie am Beispiel von Patient 2 (Herr S.):

Die Indikation zur Operation war die Varusfehlstellung der Tibia nach Epiphysenschädigung im Kindesalter durch Verkehrsunfall. Ein Steinmann-Nagel wurde im Winkel von 20 Grad von außen nach innen aufsteigend oberhalb des oberen Sprunggelenkes in die Tibia eingebracht, ein weiterer Steinmann-Nagel senkrecht zur Tibia-Achse etwa 5 cm oberhalb davon in die Tibia eingebracht. Als nächstes wurde die Tibia quer mit der oszillierenden Säge osteotomiert, die äußeren Spanner wurden aufgesetzt und, nachdem autologe Spongiosa in den Spalt eingebracht worden war, durch Anziehen der Spanner in achsengerechte Stellung gebracht.

2.3.3 in Höhe des Tibiakopfes

Bei zwei Patienten, Herrn F. und Frau H., 17 und 63 Jahre alt zum Zeitpunkt des Eingriffes, wurde eine Umstellungsosteotomie mit Hilfe des Fixateur externe in Höhe des Tibiakopfes vorgenommen.

Bei Frau H. bestand ein Genu varum von erheblichen Ausmaßen mit einer schweren Kniegelenksarthrose.

Am 4.12.1974 wurde eine valgisierende Umstellungsosteotomie vorgenommen. Nachdem die Steinmann-Nägel eingebracht worden waren (siehe AO Manual), wurde ein Keil lateral entnommen und medial ein vorher entnommener autologer Spongiosateil angelagert.

Anschließend wurde durch Anziehen der äußeren Spanner eine achsengerechte Stellung erreicht. Als zusätzliche Maßnahmen wurden eine Fibularosteotomie und eine Resektion des Wadenbeines von einem Zentimeter vorgenommen.

Bei Herrn F. wurde nach einer mit Platte und Spongiosa behandelten infizierten Unterschenkelpseudarthrose mit Beinverkürzung und erheblicher Varusstellung am linken Unterschenkel am 7.12.1973 eine valgisierende Umstellungsosteotomie der linken Tibia (wiederum mit Spongiosaanlagerung) durchgeführt. Die äußeren Spanner konnten nach 7 Wochen entfernt werden.

Bei der Nachuntersuchung gab Herr F. keinerlei Beschwerden an. Wegen einer Verkürzung des linken Beines von 10 cm sowie einer leichten Einschränkung der Dorsalflexion im oberen Sprunggelenk von 20 Grad ist Herr F. gezwungen, orthopädische Schuhe mit einem Höhenausgleich von 10 cm zu tragen.

Die Röntgenaufnahmen zeigten eine achsengerechte Stellung des linken Unterschenkels mit einem knöchern fest verheilten Osteotomiespalt.

Bei Frau H. lagen zu Beginn des Jahres 1975 die Steinmann-Nägel noch, so daß eine abschließende Beurteilung nicht möglich ist. Die Röntgenbilder zeigten eine achsengerechte Stellung sowie eine beginnende knöcherne Durchbauung des Osteotomiespalt. Abschließend kann gesagt werden, daß die Umstellungsosteotomie bei Herrn F. den gewünschten Erfolg erzielt hat (Herr F. ist sogar in der Lage, in gewissem Maße Sport zu betreiben.); ob bei Frau H. die bestehende schwere Arthrose im Kniegelenk gemindert werden kann, muß noch abgewartet werden.

2.4

Der Fixateur externe in der Behandlung von nicht infizierten Pseudarthrosen des Unterschenkels

Wenn es eben geht, versuchen wir, nicht infizierte Pseudarthrosen am Unterschenkel mit einer Verplattung, unter Umständen in Ver-

bindung mit einer Decortication sowie einer Spongiosaanlagerung oder mit einer Küntscher-Nagelung zu behandeln. (siehe auch Weber, Čech, 45)

Trotzdem wurden sechs Patienten wegen einer nicht infizierten Pseudarthrose mit dem Fixateur externe behandelt.

Tabelle 3:

Art der Pseudarthrose	Häufigkeit	Begründung für den Fixateur externe
kalluslos	1 x	Valgusfehlstellung, Zustand nach massivem Weichteilschaden
kallusarm	3 x	a) Fehlstellung, sehr schlechte Weichteilverhältnisse nach massivem Weichteildefekt b) schlechte Durchblutungsverhältnisse (Alter: 78 Jahre), im Pseudarthrosenbereich noch durch zwei vergebliche Verplattungen verschlechtert c) Verdacht auf durchgemachte Osteomyelitis
atroph	1 x	großer Weichteildefekt, schlechte Weichteilverhältnisse
Defekt	1 x	schlechte Weichteilverhältnisse

Bei vier Patienten fand der Fixateur externe wegen sehr schlechter Weichteilverhältnisse, die es unmöglich machten, ein Metall unter vitales Gewebe zu versenken, Anwendung: in zwei Fällen bestand eine Fehlstellung, die in einem Fall mit dem Fixateur externe ausgeglichen werden konnte.

In einem Fall wurde der Fixateur externe eingebracht, weil ein Verdacht auf eine Infektion (oder auf eine ehemalige Infektion) nach einer Verplattung einer Unterschenkelfraktur mit nachfolgendem Plattenbruch bestand.

Bei einem 78jährigen Patienten erschien es wegen der schlechten Weichteilverhältnisse sowie der gestörten Durchblutung nicht sinnvoll, eine kallusarme, nicht infizierte Pseudarthrose mit einer direkten internen Osteosynthese zu behandeln.

Eine Verplattung versprach nach bereits zweimaliger erfolgloser Anwendung einer Platte keinen Erfolg; ebenso schied eine Marknagelung nach Küntscher wegen der schlechten Durchblutungsverhältnisse im Bereich der Pseudarthrose (Alter, vorausgegangene zweimalige Verplattung) aus.

Aus diesem Grund fand der Fixateur externe Anwendung. Bei ehemals infizierten Pseudarthrosen oder wie in unserem Fall bei Verdacht einer infizierten Pseudarthrose verbietet sich die Anwendung einer direkten internen Osteosynthese, weil sie mit großer Wahrscheinlichkeit das Aufflackern der sich in einem ruhigen Stadium befindenden Osteomyelitis bewirken würde.

Aus diesem Grund fand bei Patient 3 der Fixateur externe bei der Behandlung einer kallusarmen, nicht infizierten Pseudarthrose Anwendung.

In der Anfangszeit wurde der Fixateur externe auch im Bergmanns-Heil Bochum nur zögernd angewandt. In den mit +) gekennzeichneten Fällen der nachfolgenden Übersicht wurde zuerst versucht, eine ausreichende Weichteildeckung zu erreichen. Nach der Erreichung dieses Zieles mußten die Frakturen entsprechend der Definition nach Weber bereits als Pseudarthrose bezeichnet werden. Bereits Mitte 1971 wurde die Indikation für den Fixateur externe wesentlich weitergestellt, und es wäre gerade in diesen Fällen der Fixateur externe primär angewandt worden. (Tabelle 4)

Diagnose	Patienten						6 ⁺
	1	2	3	4	5		
atrophe Pseudarthrose		kallusarme Pseudarthrose	kallusarme Pseudarthrose	kalluslose Pseudarthrose	Defekt-Pseudarthrose	kallusarme Pseudarthrose	
Dauer bis Übernahme	-	1 Woche*)	23 Monate	4,5 Monate*)	78 Monate	21 Monate	
Anzahl der Operationen vor Fixateur externe	3	1	2	2	5	4	
vorherige Eingriffe	Gips, Extension, Hautverpflanzung	Gips, Extension	Platte, Plattenbruch	Kirschner-Drähte Beckengips	Platte, mehrfach Spalthautverpflanzung	Platte (2x) Plattenentfernung (2x)	
Liegezeit Fixateur externe	15 Wochen	12 Wochen	9 1/2 Wochen	7 Wochen	29 Wochen	24 Wochen	
Spongiosa und Decortication	+	+	+	+	+	+	
Spalthaut	+	+	-	-	-	-	
röntgenologisch fest	+	+	+	+	+	+	
klinisch fest	+	+	+	+	+	+	
Belastbarkeit bei Nachuntersuchung Ende 1974	teil	voll	teil	voll	teil	teil	
Achsabweichung	-	-	-	Varus 8°	Antekurvation 10°, Valgus 15°		
Verkürzung	-	2 cm	-	-	4 cm	-	
Hüftgelenk	frei	frei	frei	frei	frei	frei	
Kniegelenk	endgradig	frei	frei	frei	endgradig	frei	
oberes Sprunggelenk	endgradig	endgradig	endgradig	frei	fast vollständig eingesteift	frei	
unteres Sprunggelenk	frei	frei	frei	frei	fast vollständig eingesteift	frei	
orthopädische Versorgung	Gehstützen**)	orthop. Schuhe	Gehstützen**)	-	orthop. Schuhe mit Höhenausgleich	-	

+) 78 Jahre *) Pseudarthrose entwickelte sich während

**) nicht als endgültig zu betrachten, da Behandlung noch nicht abgeschlossen

Bei allen sechs Patienten konnte ein gutes, bei den Patienten 1, 3 und 6 sogar ein hervorragendes Ergebnis erzielt werden.

(Sogar bei dem 78jährigen Herrn H. konnte das Bein wiederhergestellt werden, ohne daß die Funktion der Extremität beeinträchtigt worden wäre.)

Lediglich bei einem Patienten (Nr. 4) kam es zu einer Verkürzung von 4 cm, einer Fehlstellung (Antekurvation 10 Grad, Valgus 15 Grad) sowie eine fast vollständige Versteifung des oberen und unteren Sprunggelenkes.

Dieses weniger gute Ergebnis muß zweifellos mit der langen Zeit begründet werden, die Herr Y. in anderen Kliniken erfolglos behandelt worden war (78 Monate).

Der erhebliche Defekt konnte nicht vollständig mit Spongiosa ausgeglichen werden, so daß es zu dieser Verkürzung kam (vorher bestand bereits eine starke Verkürzung).

Abschließend bleibt festzustellen, daß der Fixateur externe die direkte interne Osteosynthese bei nicht infizierten Pseudarthrosen sicherlich nicht verdrängen, wohl aber ergänzen wird.

2.5 Der Fixateur externe in der Behandlung von Refrakturen nach durchgemachten Osteomyelitiden

Viermal wurde eine Refraktur eines ehemals infizierten langen Röhrenknochens sofort mit dem Fixateur externe behandelt. Bei zwei Patienten fand ein Klammer-Fixateur am Oberschenkel, bei einer Patientin ein Klammer-Fixateur am Oberarm, und bei einem vierten Patienten ein Rahmenfixateur am Unterschenkel Anwendung.

Herr D. wurde bereits Ende 1972 in unserer Klinik wegen einer sequestrierenden posttraumatischen Osteomyelitis am rechten Oberschenkel mit einem Klammer-Fixateur (Schanz'sche Schrauben und äußere Spanner) sowie mit mehrfacher Anlagerung von autologer Spongiosa behandelt.

Nachdem die Fraktur knöchern überbrückt war, kam es am 25.5.1973 zu einer Spontanfraktur im Bereich des alten Frakturspaltes. Nach Anlegen eines Beckengipsverbandes konnte bald eine knöcherne Durchbauung festgestellt werden.

Am 15.9.1974 kam es erneut zu einer Refraktur, die zuerst mit einer Drahtextension und einem Beckengipsverband behandelt wurde; der Patient war jetzt 27 Jahre alt.

Am 20.9.1974 wurden dann Schanz'sche Schrauben und ein Wagner-Apparat zur Stabilisierung der Fraktur angebracht und autologe Spongiosa nach vorhergehender Decortication angelagert.

Am 10.3.1975 erschien Herr D. zur Nachuntersuchung; die Schanz'schen Schrauben und der Wagner-Apparat lagen noch, das rechte Kniegelenk ist bis auf Wackelbewegung versteift, im Röntgenbild ist eine beginnende knöcherne Durchbauung des Frakturspaltes zu erkennen. Es waren keine Zeichen einer akuten Infektion zu erkennen. Die Schanz'schen Schrauben lagen reizlos.

Da die Behandlung noch nicht abgeschlossen ist, können keine endgültigen Aussagen über deren Ergebnis gemacht werden. Die Tatsache, daß das Kniegelenk steif ist, ist wohl durch mehrmalige Ruhigstellung der Gelenke im Beckengipsverband (insgesamt hat der Patient über ein Jahr den Beckengips getragen, davon über 8 Monate in auswärtigen Krankenanstalten) und durch zweimalige Anwendung von Schanz'schen Schrauben - also insgesamt gesehen durch eine nicht optimale Therapie - zu erklären.

Frau T., die am 7.5.1974 bei einem Verkehrsunfall eine Oberarmfraktur erlitt, wurde nach 8 Tagen bei liegendem Ellenhakenzug in unsere Klinik eingeliefert. Hier wurde eine Refraktur des linken Oberarmes nach wahrscheinlich alter Osteomyelitis mit Verdacht auf Einschmelzung des linken Humerus im distalen Drittel diagnostiziert.

Frau T. gab an, daß sie bereits vor einigen Jahren mehrmals in der Türkei operiert worden war und daß nach diesen Operationen mehrmals

eine wasserähnliche Flüssigkeit im Bereich des Ellenbogengelenks und am Oberarm ausgelaufen sei.

Am 4.6.1974 wurden Schanz'sche Schrauben in den Oberarm eingebracht und mit äußeren Spannern stabilisiert.

Nach zweimaliger Anlagerung von autologer Spongiosa und nach ausgedehnter Decortication konnte eine beginnende knöcherne Durchbauung des Frakturspaltes festgestellt werden.

Das Ellenbogengelenk war bereits bei der Aufnahme fast vollständig versteift. Ende 1974 lagen die äußeren Spanner noch.⁺⁾

Herr H. erlitt am 12.8.1974 eine Refraktur des rechten Unterschenkels nach einer durchgemachten Osteomyelitis, die sich nach einer Oberschenkelschaftfraktur sowie einer Unterschenkelfraktur rechts, die beide mit einer Marknagelung nach Küntscher versorgt worden waren, entwickelte.

Nach einem Nagelbruch am rechten Unterschenkel kam es zu einer infizierten Pseudarthrosenbildung, die mit Plattenosteosynthese, einer Spül-Saugdrainage und mehrfacher Spongiosaplastik sowie Spalthaut und Reverdinlappchenplastik behandelt wurde.

Am 30.8.1974 wurden nach einer Fistelrevision drei Steinmann-Nägel proximal und zwei Steinmann-Nägel distal der Fraktur eingebracht und mit einer äußeren Spannvorrichtung versehen.

Am 16.9.1974 wurde nach ausgedehnter Decortication autologe Spongiosa angelagert und im November 1974 ein Weichteildefekt mit Spalthaut gedeckt.

Ende 1974 lagen die äußeren Spanner noch. Im Röntgenbild war eine beginnende knöcherne Konsolidierung feststellbar; es bestanden keine Anzeichen einer akuten Entzündung.

Bei allen vier Patienten wurde wegen der Gefahr eines Aufflammens der Infektion die Frakturen mit äußeren Spannern stabilisiert.

⁺⁾ Steinmann-Nägel inzwischen entfernt,
Osteomyelitis symptomlos

Hätte man versucht, diese Stabilität mit einer direkten internen Osteosynthese zu erreichen, könnte der Infekt durch das eingebrachte Metall wieder verstärkt aufflammen. (Rehn, J., 28; Weber, X Čech, 45)

Diese Gefahr konnte durch das Vorgehen mit einer indirekten Osteosynthese (Fixateur externe) sowie zusätzlicher Anlagerung von autologer Spongiosa und in einem Fall einer Spül-Saugdrainage gebannt und die Infektion beherrscht werden.

Das Ergebnis war in allen vier Fällen positiv; in einem Fall ist die Fraktur knöchern fest verheilt, bei den anderen drei Patienten ist eine beginnende knöcherne Überbrückung feststellbar.

Bei zwei Patienten waren die angrenzenden Gelenke versteift (einmal Kniegelenk, einmal Ellenbogengelenk). In einem Fall war die Beweglichkeit des Kniegelenkes (Herr W.) stark eingeschränkt.

Diese Tatsachen sind sicher auf die massiven Vorschäden zurückzuführen, die die Gelenke durch zum Teil langandauernde Immobilisation (z.B. im Beckengips bei Herrn D.) und in einem Fall durch eine Mitbeteiligung des Gelenkes bei einer Infektion (Frau T. - Ellenbogen) erlitten haben.

2.6 Der Fixateur externe nach offenen Frakturen bei Zustand nach Arthrodese des Kniegelenkes

Bei zwei Patienten wurde nach einer offenen Fraktur des Unterschenkels im Bereich einer alten Arthrodese des Kniegelenkes der Fixateur externe angelegt.

Herr E. zog sich bei einem Verkehrsunfall im September 1973 eine offene Tibiakopffraktur rechts zu (1944 war sein rechtes Kniegelenk wegen einer nicht beherrschbaren Osteomyelitis, die nach einer Kriegsverletzung aufgetreten war, versteift worden).

Am Tag des Unfalls wurde die Fraktur mit vier Steinmann-Nägeln und äußeren Spannern stabilisiert, die Weichteilwunde mit Spalthaut gedeckt.

Nach einer Knochenmuldung mit nachfolgender Spalthautdeckung konnte der Fixateur externe nach sechs Wochen entfernt werden; anschließend wurde ein Gipsverband angelegt.

Bei der Nachuntersuchung stellte sich Herr E. in orthopädischen Schuhen vor. Die Fraktur war in achsengerechter Stellung fest verheilt, das Bein konnte wieder wie vor dem Unfall voll belastet werden.

Als Spätfolge dieses ersten Unfalls bzw. Kriegsverletzung ist die fast vollständige Versteifung des oberen rechten Sprunggelenkes in Spitzfußstellung vorhanden.

Der zweite Patient erschien nicht zur Nachuntersuchung.

Bei beiden Patienten wurde keine Spongiosa angelagert, die äußeren Spanner konnten nach relativ kurzer Zeit (6 Wochen, 12 Wochen) bei knöcherner Durchbauung des Frakturspaltes entfernt werden. In diesen beiden Fällen fand der Fixateur externe wegen schlechter Weichteilverhältnisse im Bereich der Fraktur und wegen einer vorherigen Infektion in der Gegend des Kniegelenkes Anwendung.

Eine weitere Indikation für die Anwendung des Fixateur externe bei einer offenen Fraktur im Bereich einer alten Kniegelenksarthrodese wäre die relativ dünne Corticalis im Kondylenbereich und am Tibiakopf, die eine Anwendung einer Platte sehr schwierig gestalten würde.

2.7 Der Fixateur externe in der Behandlung von posttraumatischen Osteomyelitiden oder infizierten Frakturen (keine Pseudarthrosen)

Bei sieben Patienten wurde der Fixateur externe zur Stabilisierung bei einer Osteomyelitis angewandt. In einem Fall fand ein Klammer-Fixateur am Oberschenkel, in den übrigen sechs Fällen ein Rahmenfixateur am Unterschenkel Anwendung.

2.7.1 am Oberschenkel

Herr M. zog sich am 5.2.1970 bei einem Verkehrsunfall eine Oberschenkelschaftfraktur in Schaftmitte zu, die mit einem Marknagel versorgt wurde; eine Unterschenkelfraktur wurde verplattet. Nach der Metallentfernung konnte das Bein wieder voll belastet werden. Am 5.4.1974 erlitt Herr M. bei einem Verkehrsunfall eine Refraktur des rechten Oberschenkels, die mit einer Drahtextension, einem Marknagel mit einer Fixation eines freien Keils mit vier Drahtcerclagen versorgt wurde; eine Osteomyelitis, die sich postoperativ entwickelte, wurde mit einer Spül-Saugdrainage nach Willenegger (46) behandelt.

Nach 6 1/2 Monaten und drei operativen Eingriffen wurde Herr M. am 28.4.1974 in unsere Klinik eingeliefert. Neben einer 10 cm tiefen Fistel, die reichlich dünnflüssigen Eiter sezernierte, wurde noch der Restzustand eines Peroneusschadens festgestellt. Es bestand eine posttraumatische Osteomyelitis mit einigen kleinen Sequestern. Im Röntgenbild konnte eine dünne knöcherne Verbindung der Frakturfragmente festgestellt werden.

Am 11.12.1974 wurde wegen der nur dünnen knöchernen Verbindung bei bestehender Osteomyelitis und der durchgemachten Refraktur nach zweimaliger Sequestrotomie ein Wagner-Apparat (in Verbindung mit Schanz'schen Schrauben) zur Stabilisation am rechten Oberschenkel angebracht; anschließend wurde eine Fistelrevision durchgeführt. In den Defektbereich wurde Muskulatur eingeschlagen. Die Röntgenbilder zeigen bei liegenden Schanz'schen Schrauben eine achsengerechte Stellung des Femur und eine beginnende knöcherne Durchbauung der Fraktur.

Ein abschließendes Urteil kann noch nicht abgegeben werden, da die Behandlung noch nicht abgeschlossen ist.

2.7.2 am Unterschenkel

Sechsmal wurde eine Osteomyelitis am Unterschenkel mit einem Rahmenfixateur stabilisiert, da nur eine dünne knöcherne Verbindung

zwischen den Fragmenten bestand, die keine ausreichende Stabilität gewährleisten konnte.

Ursachen

Verkehrsunfall	4 x
Arbeitsunfall	1 x
Sportunfall	1 x

Tibiafraktur

offen	4 x
geschlossen	2 x

vorherige Behandlung

	<u>offen</u>	<u>geschlossen</u>
konservativ	0	0
Platte	2	1
Extension + Platte	1	1
Extension + Marknagel + Cerclagen	1	0

Herr M. (Patient 6) erlitt am 20.2.1972 einen Skiunfall mit einer offenen Unterschenkelstückfraktur sowie eine bimalleoläre Knöchelfraktur links.

Nach sieben Monaten - nach Behandlung der Fraktur zunächst mit Drahtextension, dann Plattenosteosynthese, Spätinfektion, Entfernung einiger gelockerter Schrauben - wurde Herr M. in unserer Klinik aufgenommen.

Zum Zeitpunkt der Aufnahme bestand keine Pseudarthrose, das proximale sowie das distale Fragment hatten knöcherne Verbindung.

Eine bestehende Fistel schloß sich weder nach einer ersten Operation, in der die infizierte Fraktur mit dem Fixateur externe und autologer Spongiosa stabilisiert wurde, noch nach einer Sequestrotomie mit gleichzeitiger Fistelrevision, so daß bei Entfernung der Steinmann-Nägel am 30.11.1972 nach einer Liegezeit von zehn Wochen wiederum eine Fistelrevision durchgeführt wurde; wiederum wurde autologe Spongiosa angelagert und die Extremität mit einem Oberschenkelrundgipsverband ruhiggestellt.

Am 7.3.1973 war im Kniegelenk eine Beugung von 100 Grad möglich, bei leichter Spitzfußstellung war das untere Sprunggelenk um 2/3 eingeschränkt. Das Bein durfte teilbelastet werden. Die Fraktur war knöchern fest annähernd achsengerecht verheilt. Es bestanden bei der damaligen Untersuchung keine Anzeichen einer floriden Entzündung.

Am 8.1.1974 aber mußte Herr M. wegen einer infizierten Defektpseudarthrose, einer Fistel sowie einigen Knochensequestern erneut stationär aufgenommen werden.

Es war also zu einer Exazerbation der Osteomyelitis gekommen, die eine nochmalige Therapie mit dem Fixateur externe und autologer Spongiosa notwendig machte (Liegezeit 4 Monate).

Ende 1974 zeigte sich eine gute knöcherne Durchbauung der Fraktur, das Bein konnte teilbelastet werden.

Keiner der sechs Patienten zeigte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung irgendein Zeichen einer floriden Entzündung; die Osteomyelitis konnte in allen Fällen durch Ruhigstellung mit dem Rahmenfixateur (in 5 Fällen mit zusätzlicher Anlagerung von autologer Spongiosa) beherrscht werden.

Bei einem Patienten gelang diese erst in einem zweiten Versuch mit dem Fixateur externe.

Tabelle 5:

		Patienten					
		1 (H.P.)	2 ^{x)}	3 (H.St.)	4 ^{x)}	5 ^{x)}	6
Liegezeit (Wochen) Fixateur externe		15		20	14		10
Spongiosa		+	-	+	+	+	+
Spalthaut		-	-	-	+	-	-
Fistel		+	+	-	+	+	+
Fistelrevision		-	+	-	+		+
Sequester		-	+	-	+	+	+
Spül-Saugdrainage		-		-	-	+	-
klin., röntgen. fest		+			+		+
Belastung		++			++		+
Verkürzung		-			-		-
Achsabweichung	Varus	-			-		-
	Valgus	-			-		-
	Rekurvatur	-			-		-
	Antekurvatur	-			15°		-
	Spitzfußstellung	-			-		leicht
Einschränkung der Gelenkfunktionen		a2;b2			a1;b2		a2;c3

o = nicht belastbar a = Einschränkung 1 = leicht
 + = teilbelastbar Kniegelenk 2 = endgradig
 ++ = vollbelastbar b = ob. Sprunggelenk 3 = stark
 x) = Behandlung noch c = unt. Sprunggelenk 4 = fast steif
 nicht abgeschlossen d = Zehenbeweglichkeit 5 = steif

Die Patienten 2, 4 und 5 erschienen nicht zur Nachuntersuchung.

In den drei abgeschlossenen Fällen konnte eine ausreichend gute Achsstellung der Extremität erzielt werden, bei keinem der Patienten trat eine Verkürzung der Extremität auf.

Diese guten Ergebnisse konnten in einem relativ geringen Behandlungszeitraum mit dem Fixateur externe erreicht werden.

Bei Herrn R. (Patient 4) zeigte sich nach Entfernen der Steinmann-Nägel eine Peroneusläsion. (siehe Tabelle 5)

2.8 Der Fixateur externe in der Behandlung von infizierten Pseudarthrosen

2.8.1 Infizierte Defektpseudarthrosen am Oberarm

Bei drei Patienten wurde der Fixateur externe (Schanz'sche Schrauben + äußere Spannvorrichtungen) zur Behandlung einer infizierten Defektpseudarthrose am Oberarm angewandt.

Herr St., beim Unfall 20 Jahre alt, erlitt 1971 bei einem Verkehrsunfall einen Stückbruch des rechten Oberarmes mit Beteiligung des rechten Ellenbogengelenkes, der auswärts verplattet wurde. Es entwickelte sich eine Osteomyelitis.

Als Herr St. 1972 ins Bergmannsheil Bochum verlegt wurde, bestand eine infizierte Defektpseudarthrose mit einer erheblichen Einschränkung der Beweglichkeit im Ellenbogengelenk.

Am 17.3.1972 wurde nach Sequestrotomie die Pseudarthrose mit Schanz'schen Schrauben und äußeren Spannvorrichtungen unter Druck gesetzt. (Außerdem wurde gleichzeitig autologe Spongiosa angelagert.) Dreimal wurde eine Fistelrevision notwendig.

Nach 23 1/2 Wochen konnten die Schanz'schen Schrauben entfernt werden. Die Pseudarthrose ist in leichter Varusfehlstellung knöchern fest durchbaut.

Bei der Nachuntersuchung war die Beweglichkeit des rechten Schultergelenkes endgradig eingeschränkt, im Ellenbogengelenk war die Beweg-

lichkeit erheblich beeinträchtigt (Streckhemmung von 35 Grad, Beugehemmung von 40 Grad). Der Unterarm konnte frei bewegt werden.

Die Behandlung erfolgte bei allen drei Patienten nach dem Behandlungsplan, der bereits im Kapitel über die infizierten Oberschenkel-Defektpseudarthrosen dargelegt worden ist. (siehe Tabelle 6)

Zweimal war die Ursache der Fraktur ein Verkehrsunfall, in einem Fall ein Skiunfall.

Wiederum wurde in allen Fällen eine Spongiosaanlagerung notwendig, eine Spalthautdeckung erübrigte sich in allen drei Fällen. In allen drei Fällen konnten gute Ergebnisse erzielt werden: in allen Fällen heilte die infizierte Defektpseudarthrose knöchern fest; in nur einem Fall trat eine Verkürzung auf (1 cm).

Alle drei Patienten konnten den Arm nach abgeschlossener Behandlung wieder voll belasten. Einmal trat eine Varusfehlstellung auf, sonst waren die Pseudarthrosen achsengerecht verheilt.

Die leichte Varusfehlstellung braucht wahrscheinlich nicht korrigiert zu werden, da die Funktion des Armes nicht stark durch sie gemindert wird, ebenfalls sind sekundär arthrotische Veränderungen - im Gegensatz zur unteren Extremität - nicht zu erwarten. In allen Fällen konnten die Gelenkfunktionen fast vollständig erhalten werden. Nur Patient 3 hat, sicherlich auch durch die lange Vorbehandlung in anderen Kliniken bedingt, eine um 40 Grad verminderte Beweglichkeit im Ellenbogengelenk (sowohl in der Streckung als auch in der Beugung).

Zeichen einer noch bestehenden Osteomyelitis waren weder röntgenologisch als auch klinisch festzustellen.

Diese drei Fälle zeigen deutlich, daß der Fixateur externe, natürlich in Verbindung mit den üblichen zur Verfügung stehenden Mitteln (wie autologe Spongiosa, etc.), für die Behandlung von infizierten Pseudarthrosen am Oberarm eine sehr gute Methode darstellt, die in Zukunft sicher noch wesentlich weitere Verbreitung als bisher erfahren wird. (siehe auch Rehn, J., 28)

Tabelle 6:

	Patient 1	Patient 2	Patient 3
vorausgegangene Eingriffe	Platte, Spül-Saug-drainage, Gips	Platte	2x Platte, Gipsverband
Anzahl der Eingriffe vor Aufnahme	4	1	2
Dauer bis zur Übernahme (Monate)	3,5	6	11
Liegezeit Fixateur externe (Wochen)	15	30	23
Fistel	+	+	+
Spongiosaanlagerung	+	+	+
Spalthautdeckung	-	-	-
Sequester	+	-	+
Spül-Saugdrainage	+	+	-
klinisch fest	+	+	+
röntgenologisch fest	+	+	+
Belastbarkeit	voll	voll	voll
Verkürzung (cm)	0	1	0
Achsabweichung	-	-	deutliche Varusfehlstellung
Entzündungszeichen	-	-	-
Einschränkung der Beweglichkeit			
a) Schultergelenk	frei	endgradig	endgradig
b) Ellbogengelenk	endgradig	endgradig	um 40° bei allen Bewegungen

2.8.2 Infizierte Defektpseudarthrosen am Oberschenkel

Frakturen

offen	9
geschlossen	4

Patienten

männlich	11
weiblich	2

Ursache

Verkehrsunfall	2
Arbeitsunfall	11

<u>Alter bei Beginn der Behandlung</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
5 - 10	0
11 - 15	0
16 - 20	3
21 - 25	2
26 - 30	1
31 - 35	1
36 - 40	2
41 - 45	1
46 - 50	2
> 50	1

Art des Fixateur externe

distal Steinmann-Nägel, proximal Schanz'sche Schrauben	4-mal
Fixateur externe (Steinmann-Nägel)	0-mal
Fixateur externe (Schanz'sche Schrauben)	7-mal
Wagner-Apparat	2-mal

Vorherige Behandlung

	<u>offen</u>	<u>geschlossen</u>
konservativ	0	0
Platte	3	0
Marknagel	1	1
Extension und Platte	1	2
Extension und Nagel	2	0
Extension und Gips	2	0
Nagel, dann Platte	0	1

Anzahl der Eingriffe
vor Aufnahme
im Bergmannsheil

Anzahl der
Patienten

0	0
1	3
2	0
3	7
4	3

Weichteile bei Übernahme

Fistel	8
geschlossen	5

Häufigkeit der
Spongiosaanlagerung

0-mal	0
1-mal	6
2-mal	4
3-mal	3

Weichteildeckung
mit Spalthaut

Anzahl der
Patienten

O-mal	12
1-mal	1

Fistelrevisionen

O-mal	7
1-mal	4
2-mal	0
3-mal	2

Sequestrotomien

O-mal	5
1-mal	6
2-mal	1
3-mal	1

Spül-Saugdrainage

O-mal	7
1-mal	4
2-mal	1
3-mal	0
➤ 3-mal	1 (6-mal)

Dauer bis zur Übernahme
ins Bergmannsheil

1 Monat	1
3 Monate	1
4 Monate	2
5 Monate	1
6 und 7 Monate	2
8 und 9 Monate	4
10 und 11 Monate	1
12 bis 20 Monate	0
21 bis 24 Monate	1

<u>Liegezeit</u> <u>Fixateur externe</u>	<u>Anzahl der</u> <u>Patienten</u>
5 - 10 Wochen	1
11 - 15 Wochen	1
16 - 20 Wochen	0
21 - 25 Wochen	1
26 - 30 Wochen	4
31 - 35 Wochen	2
36 - 40 Wochen	1
41 - 45 Wochen	0
46 - 50 Wochen	0
51 - 55 Wochen	1
56 - 60 Wochen	1

Ergebnisse

röntgenologisch)		10
klinisch)	fest	10
röntgenologisch)		2
klinisch)	nicht fest	2
Amputationen		0

Belastbarkeit

voll belastbar	5
teil belastbar	5
nicht belastbar	2
Spanner liegen noch	1

Achsabweichung

	0-5°	6-10°	11-15°	16-20°	20°
Varus	3	1	-	-	2
Valgus	1	-	-	-	-
Rekurvatur	1	1	-	-	1
Antekurvatur	2	-	-	-	-
Spitzfuß	-	-	-	-	-

achsengerecht: 2 Patienten

Entzündungszeichen

+ 2
- 11

Gelenkbeweglichkeitseinschränkung

	leicht	end- gradig	stark	fast steif	steif
Sprunggelenke oben		1	3		2
Sprunggelenke unten			2		2
Kniegelenke		2	2	3	4
Hüftgelenk		2	2		

<u>Orthopädische Hilfsmittel</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
----------------------------------	---------------------------------

orthopädische Schuhe mit Höhenausgleich	3
Kaufschuhe mit Höhenausgleich	4
Gehstützen	5
Schienenhülsenapparat	0
keine orthopädische Versorgung	1

Bei 13 Patienten wurde eine Defektpseudarthrose des Oberschenkels mit Hilfe des Fixateur externe behandelt. In 11 Fällen konnte die Defektpseudarthrose geheilt werden, in einem Fall bestand die Pseudarthrose noch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Bei einem Patienten lagen die äußeren Spanner zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung noch, ein Patient verstarb noch während der Behandlung an einer infektiösen Hepatitis.

Siebenmal fanden Schanz'sche Schrauben in Verbindung mit äußeren Spannvorrichtungen Verwendung, viermal eine Kombination: distal Steinmann-Nägel, proximal Schanz'sche Schrauben, dreimal fand ein Wagner-Apparat Verwendung.

Zehn Fälle waren vor der Einlieferung ins Bergmannsheil operativ behandelt worden, zwei weitere Fälle mit einer Drahtextension und einem Gipsverband. Die durchschnittliche Dauer bis zur Übernahme in unsere Klinik betrug 8,1 Monate, in der die Patienten durchschnittlich 2,30 Operationen mitgemacht haben. Kein Patient kam sofort in unsere Klinik.

Der Fixateur externe scheint also in vielen Kliniken entweder nicht bekannt zu sein, nicht benutzt oder erst als letzte Möglichkeit angesehen zu werden.

Die Patienten kamen aus diesen Gründen (vorherige Operationen, langwierige ineffektive Behandlung) zum größten Teil mit erheblichen Vorschäden zu uns: die Gelenkbeweglichkeit war sehr oft erheblich eingeschränkt, zusätzlich bestand bei vielen Patienten eine Fehlstellung sowie eine Verkürzung der Extremität.

Es mußte also bei allen Patienten das Ausheilen der infizierten Defektpseudarthrose sowie geschlossene Weichteile und nicht stärker als vorher geschädigte Gelenke mit einer einigermaßen achsengerechten Stellung als ein gutes Ergebnis unserer Therapie angesehen werden.

Es wurde selbstverständlich versucht, bestehende Verkürzungen auszugleichen sowie Achsfehlstellungen zu korrigieren. Diese Ziele sind mit dem Fixateur externe und einer Anlagerung autologer Spongiosa auch in gewissem Maße zu erreichen. Alle Bemühungen sind aber durch die Anwendungsart des Fixateur externe, nämlich meist als Klammerfixateur am Oberschenkel, eingeschränkt. In einigen Fällen besteht jedoch die Möglichkeit, Steinmann-Nägel distal einzubringen und so eine Art Rahmenfixateur zu erzeugen. Mit diesem Rahmenfixateur kann natürlich ein Defekt einigermaßen überbrückt werden. Das gleiche gilt für den Wagner-Apparat, der sowohl zur Distraction, also zur Verlängerung, was ja seine ursprüngliche Indikation ist, zur Stillhaltefunktion, aber auch zur Druckosteosynthese benutzt wird; ebenfalls bietet der Wagner-

Apparat eine bessere Möglichkeit der Stellungskorrektur wegen seiner vielfältigen "Einstellmöglichkeiten".

Fall 1

Herr H., zum Zeitpunkt des Unfalls 21 Jahre alt, erlitt bei einem Verkehrsunfall am 12.12.1972 eine offene Oberschenkeltrümmerfraktur mit nachfolgender Bewußtlosigkeit von 5 Wochen. Die Oberschenkelfraktur wurde mit einer Oberschenkel-Druckplatte versorgt, nach kurzer Zeit kam es zu einer Infektion, wegen der Herr H. nach einer Inzision und einer Lockerung der Platte am 12.6.1973 nach 7 Monaten in unsere Klinik verlegt wurde.

Herr H. hatte eine infizierte Defektpseudarthrose am linken Oberschenkel mit einer mäßigen Varusfehlstellung sowie einer Innenrotation und einer Antekurvatur des linken Femur. Ebenfalls bestand eine stark sezernierende Fistel sowie ein Peroneusschaden links. Am 15.6.1973 wurde die gelockerte Platte entfernt und nach einer Sequestrotomie die Extremität mit Schanz'schen Schrauben und dem Fixateur externe stabilisiert. Es wurde eine Spül-Saugdrainage nach Willenegger angelegt. Am 5.9.1973 konnte autologe Spongiosa nach ausgedehnter Decor-tication angelagert werden. Als am 18.12.1973 nach einer Liegezeit von 27 Wochen die äußeren Spanner entfernt werden konnten, bestand eine knöcherne Durchbauung des ehemaligen Pseudarthrosenspaltes. Bei der Nachuntersuchung stellte sich Herr H. in normalen Kaufschuhen mit einer Absatzerhöhung links sowie einer Unterarmgestütze vor. Das Bein konnte voll belastet werden, die Fraktur war sowohl röntgenologisch als auch klinisch knöchern fest verheilt.

Bei einer Verkürzung von 4 cm bestand eine Varusfehlstellung von 10° . Das linke Hüftgelenk war frei beweglich, im linken Knie war die Beugung um 40° eingeschränkt sowie die Nullstellung um 5° verschoben, im oberen Sprunggelenk konnte die

Fußspitze nur um 30° gesenkt werden, und die Beweglichkeit des unteren Sprunggelenkes war um die Hälfte eingeschränkt.

In diesem Fall kann das Vorgehen, das sich an unserer Klinik bei der Behandlung der infizierten Defektpseudarthrosen bewährt hat, deutlich aufgezeigt werden.

Zuerst wurde das gelockerte Metall, das keine Stabilität mehr gewährleistete, entfernt. Im gleichen Eingriff wurden nach ausgedehnter Sequestrotomie Schanz'sche Schrauben in den Femur eingebracht und mit äußeren Spannvorrichtungen stabilisiert. Anschließend wurde zur Bekämpfung der Infektion eine Spül-Saugdrainage eingelegt. Nachdem die Infektion in ein blandes Stadium überführt worden war, wurde nach ausgedehnter Decor-tication autologe Spongiosa angelagert.

Unter dieser Therapie heilte die Fraktur knöchern fest aus, die Weichteile schlossen sich, ohne daß eine Spalthautdeckung notwendig wurde. Durch den dicken Weichteilanteil am Oberschenkel wird nur sehr selten eine Weichteildeckung mit Spalthaut notwendig.

Das ist typisch für die übrigen zehn Fälle: insgesamt mußte nur einmal eine Weichteildeckung mit Spalthaut vorgenommen werden; eine Spül-Saugdrainage war nur in fünf Fällen notwendig, viermal konnte auf eine Sequestrotomie verzichtet werden.

Bei zwei Patienten gelang es trotz aller Anstrengungen lange Zeit nicht, die Pseudarthrose auszuheilen. In einem Fall besteht bereits eine Verkürzung von 14 cm. Diesem Fall liegt eine offene Oberschenkelfraktur im distalen Drittel zugrunde, die mit einer Marknagelung noch klinisch behandelt wurde und nach der sich eine Markraumphlegmone entwickelte, die eine sechsmalige Spül-Saugdrainage notwendig machte. Die Schanz'schen Schrauben und die Steinmann-Nägel, die gemeinsam Anwendung fanden, lagen 53 Wochen (!). Inzwischen besteht eine weitgehende Versteifung aller Gelenke des rechten Beines, die u.a. durch lange Ruhigstellung im Beckengipsverband bedingt ist,

sowie eine leichte Varus- und Rekurvationsfehlstellung. Eine ähnlich schwierige Situation besteht bei Herrn H. Wiederum nach Marknagelung und Markraumphlegmone war die Pseudarthrose noch nicht beherrschbar. Es wurde noch nicht einmal Spongiosa angelagert, da die Infektion noch nicht zurückgegangen ist. Zusätzlich besteht bei diesen Patienten eine Vrausfehlstellung von 60° . Bei Herrn H. konnte inzwischen die Pseudarthrose durch eine Verwendung von zwei Wagner- Apparaten, die im Winkel von 90° gegeneinander angebracht wurden, ausgeheilt werden. In keinem Fall wurde eine Amputation durchgeführt.

Trotz dieses einen (bisherigen) Mißerfolges stellt der Fixateur externe am Oberschenkel die sicherste Therapie der infizierten Defektpseudarthrosen dar (siehe auch Saxer, 36), was zehn erfolgreich behandelte Fälle beweisen.

Eine direkte Osteosynthese wäre nicht möglich gewesen, da die Gefahr der Infektausbreitung zu groß gewesen wäre. (Rehn, J., 28; Weber, Čech, 45; Saxer 36)

Natürlich darf neben den eben besprochenen Behandlungsmethoden eine gezielte Antibiotikatherapie nicht vergessen werden (Rehn, J., 28, 28), d.h. eine allgemeine Gabe eines Breitspektrumantibioticums vor Operationen, sonst nur gezielte Therapie nach vorhergegangener Testung.

Bei den geheilten Fällen konnte in keinem Fall die Extremität vollständig wiederhergestellt werden. In allen Fällen war das Bein mehr oder weniger verkürzt:

<u>Verkürzung</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
1 cm	2
2 cm	0
3 cm	2
4 cm	2
5 cm	2
6 cm	1

<u>Verkürzung</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
7 cm	0
8 cm	0
9 cm	0
10 cm	0
>10 cm	2

Die durchschnittliche Verkürzung betrug ca. 5 cm.

Man kann als nächstes versuchen, eine Verlängerungsosteotomie nach Wagner durchzuführen (allerdings nicht im floriden Stadium der Entzündung, das erscheint uns zu riskant).

Die Gelenkfunktion der elf Patienten blieben, wenn man - wie es für eine objektive Betrachtung notwendig ist - die Vorschäden durch die lang dauernde Vorbehandlung betrachtet, relativ gut erhalten: in jeweils zwei Fällen waren das obere und das untere Sprunggelenk eingesteift, in vier Fällen das Kniegelenk vollständig, in zwei Fällen fast vollständig eingesteift.

Bei zwei Patienten bestand eine achsengerechte Stellung des Femur, in je einem Fall je eine starke Varus- und Rekurvationsstellung von 20° . Bei einem Patienten treten - außer den beiden negativen Ergebnissen - gelegentlich noch leichte Entzündungszeichen auf (zwei leichte Fisteln).

2.8.3 Infizierte hypertrophe Pseudarthrosen am Oberschenkel

In einem Fall wurde eine infizierte hypertrophe Pseudarthrose des Oberschenkels mit dem Fixateur externe behandelt. Sieben Monate nach dem Unfall und nach drei Operationen (u.a. eine Kondylenplatte) wurde der Oberschenkel mit Schanz'schen Schrauben und äußeren Spannern, die als Klammerfixateur angebracht wurden, behandelt.

Nach einer Spongiosaanlagerung wurde die Fraktur knöchern fest, und Frau A. konnte die Extremität wieder voll belasten. Es entstand eine Verkürzung von 3,5 cm, die Pseudarthrose war achsengerecht verheilt.

Außer einer endgradigen Bewegungseinschränkung des oberen Sprunggelenkes waren die Gelenke frei beweglich. Wegen der Verkürzung ist Frau A. darauf angewiesen, orthopädisches Schuhwerk mit Höhenausgleich zu tragen.

2.8.4 Infizierte Pseudarthrosen am Unterschenkel

Der Fixateur externe hat in unserer Klinik überragende Bedeutung bei der Behandlung infizierter Pseudarthrosen am Unterschenkel erlangt.

Die Mehrzahl der Fälle (65 von insgesamt 72) wurden uns aus auswärtigen Kliniken überwiesen; sieben Patienten wurden primär im Bergmannsheil behandelt.

Die Behandlung der infizierten Unterschenkel-pseudarthrosen wurde nach dem in unserer Klinik üblichen Schema durchgeführt:

Sequestrotomie - Entfernung des gesamten nekrotischen oder sklerotischen Materials. Stabilisierung mit dem Fixateur externe (bei allen Patienten fand ein Rahmenfixateur Anwendung). Ausgedehnte Decortication sowie Anlagerung von autologer Spongiosa. Wenn notwendig, vorher Spül-Saugdrainage und Fistelrevision. In allen Fällen, die keine Spül-Saugdrainage erforderten, wurde eine Redon-Drainage eingelegt, um Hämatome, Abzeßhöhlen und Wundsekrete zu drainieren.

Damit die Spongiosa möglichst schnell und ausreichend Kontakt mit gut durchblutetem Gewebe bekommt, wurde der Knochen immer bis in gut durchblutete Gewebe angefrischt sowie eine Decortication vorgenommen. Natürlich wird in jedem Fall, der es erfordert, gezielt nach Antibiotogramm mit Antibiotika behandelt.

Nach Entfernung des Fixateur externe wurde bei allen Patienten ein Gipsverband angelegt, damit bei vorsichtiger sich steigern-der Belastung der Extremität die Spongiosa umgebaut wird und eine normale Knochenstruktur erreicht wird.

Vorgeschichte der infizierten Unterschenkel-pseudarthrosen

<u>Frakturen</u>		<u>Patienten</u>		<u>Ursachen</u>	
offen	58	männlich	62	Arbeitsunfall	22
geschlossen	14	weiblich	10	Verkehrsunfall	39
				Sportunfall	8
				häusl. Unfall	3

Vorherige Eingriffe		offen	ge- schlossen	ins- gesamt
konservativ		16	0	16
Platte		15	5	20
Marknagel		6	2	8
Rush-Pin		2	0	2
Fixateur externe		1	0	1
Schrauben		1	1	2
Kombination	direkte Osteosynthese, dann Fixateur externe	2	0	2
	konservativ + Osteosynthese	8	1	9
	Extension + Platte	1	0	1
	Extension + Nagel	3	0	3
	Nagel, dann Platte oder Platte, dann Nagel	5	3	8

In allen Fällen fanden Steinmann-Nägel in Verbindung mit äußeren Spannvorrichtungen Verwendung (in den meisten Fällen drei Steinmann-Nägel distal der Pseudarthrose und drei Steinmann-Nägel proximal der Pseudarthrose).

Anzahl der Eingriffe
vor Fixateur externe

Anzahl der
Patienten

0	4
1	13
2	22
3	12
4	7
5	2
6	7
7	0
8	1
9	0
10	3
> 10	1

Alter bei Beginn der
Behandlung

Anzahl der
Patienten

5 - 10	0
11 - 15	1
16 - 20	11
21 - 25	5
26 - 30	9
31 - 35	14
36 - 40	11
41 - 45	5
46 - 50	6
51 - 55	5
56 - 60	1
61 - 65	2
> 65	2

<u>Dauer bis zur Aufnahme im Bergmannsheil</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
0	7
1 Woche	2
1/2 Monat	2
1 Monat	-
2 Monate	4
3 Monate	2
4 Monate	4
5 Monate	4
6 und 7 Monate	6
8 und 9 Monate	8
10 bis 12 Monate	5
13 bis 15 Monate	10
16 bis 20 Monate	6
21 bis 24 Monate	3
25 bis 30 Monate	3
> 30 Monate	6
 Peroneusschaden bei Aufnahme	 2
 Weichteile bei Aufnahme	
Hautdefekt	16
Fistel	35
geschlossen	21

Über die Gelenkfunktionen bei der Übernahme der Patienten geben die Krankengeschichten keine detaillierte Auskunft, lediglich "erheblich eingeschränkt", "stark geschädigt" oder ähnliche beschreibende Begriffe fanden in ungefähr 80 % der Fälle Anwendung.

Es ist deutlich zu sehen, daß die Behandlung infizierter Unterschenkelpseudarthrosen mit dem Fixateur externe in den meisten Fällen erst als letzte Behandlungsmöglichkeit angesehen wird. Vorher werden zahlreiche Therapieversuche unternommen, die nicht geeignet sind, die infizierten Pseudarthrosen zur Ausheilung zu bringen. Das Endergebnis ist leider sehr oft eine starke Vorschädigung sowohl der Weichteile als auch der Gelenke, so daß es unumgänglich ist, die Extremität voll funktionstüchtig wiederherzustellen.

2.8.4.1 Infizierte hypertrophe und kallusarme Pseudarthrosen
am Unterschenkel

Sechs Patienten mit einer infizierten hypertrophen oder kallusarmen Pseudarthrose (nach Weber, Čech) wurden mit dem Fixateur externe behandelt. Bei drei Patienten gelang es, die Pseudarthrose zur Abheilung zu bringen, bei zwei Patienten war die Behandlung mit dem Fixateur externe noch nicht abgeschlossen. Ein Patient erschien nicht zur Nachuntersuchung.

<u>Spongiosaanlagerung und Decortication</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
--	---------------------------------

0-mal	1
1-mal	4
2-mal	1
3-mal	0

<u>Spalthaut</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
------------------	---------------------------------

0-mal	3
1-mal	1
2-mal	2
3-mal	0

Bei zwei Patienten war es unumgänglich, einige kleine Sequester zu entfernen. Bei diesen Patienten wurde auch eine Spül-Saugdrainage angelegt.

In allen Fällen, in denen eine Spongiosaplastik erforderlich war, konnte die autologe Spongiosa in der gleichen Operation angelagert werden, in der auch der Fixateur externe angebracht wurde; in keinem Fall war die Osteomyelitis so ausgeprägt, daß eine primäre Spongiosaanlagerung unmöglich gewesen wäre.

<u>Liegezeit</u> <u>Fixateur externe</u>	<u>Anzahl der</u> <u>Patienten</u>
5 - 10 Wochen	-
11 - 15 Wochen	2
16 - 20 Wochen	-
21 - 25 Wochen	-
26 - 30 Wochen	2
31 - 35 Wochen	-
Fixateur externe liegt noch	2

Bei diesen Pseudarthrosen, die keine oder nur einen geringen Knochendefekt aufweisen, kann der Fixateur externe zur Druckosteosynthese angesetzt werden.

2.8.4.2 Infizierte dystrophe Pseudarthrosen am Unterschenkel

Bei zwei Patienten wurde eine infizierte dystrophe (Drehkeil) Pseudarthrose mit dem Fixateur externe behandelt. Nach 6 1/2 Monaten konnte bei einem Patienten der Fixateur externe entfernt werden.

Bei einem Patienten ist die Behandlung noch nicht abgeschlossen. In beiden Fällen mußte nekrotisches Material entfernt werden; diese Defekte wurden nach ausgedehnter Decortication autologer Spongiosa aufgefüllt, die Extremität wurde danach mit dem Fixateur stabilisiert, diesmal als Stillhaltefixateur wie bei den Defektpseudarthrosen.

Eine Pseudarthrose ist ausgeheilt, die andere Pseudarthrose befindet sich in Abheilung. Dreimal wurde eine infizierte atrophe Pseudarthrose mit dem Fixateur externe behandelt. In Verbindung mit autologer Spongiosa, die in diesen Fällen besonders wichtig ist, weil sie die atrophischen Fragmentenden zur Knochenneubildung anregen soll (Weber, Čech, 45), stellt der Fixateur externe auch bei den infizierten atrophischen Pseudarthrosen des Unterschenkels die Behandlungsmöglichkeit der Wahl dar. Es gelang bei allen Patienten, die Pseudarthrose zur Ausheilung zu bringen. In einem Fall mußte ein kleiner Sequester entfernt werden, eine Spülsaugdrainage sowie eine Weichteildeckung mit Spalthaut erübrigte sich in allen Fällen.

2.8.4.3 Infizierte oligotrophe Pseudarthrosen am Unterschenkel

Zweimal wurde eine infizierte oligotrophe Pseudarthrose mit dem Fixateur externe behandelt. Beide Pseudarthrosen heilten nach einmaliger Spongiosaanlagerung komplikationslos ab.

2.8.4.4 Infizierte Defektpseudarthrosen am Unterschenkel

Wie schon am Oberschenkel, stellt die Gruppe der infizierten Defektpseudarthrosen den größten Anteil der mit dem Fixateur externe behandelten infizierten Unterschenkel-

arthrosen (59 infizierte Unterschenkel-Defektpseudarthrosen).
Noch vielseitiger als am Oberschenkel kann der Fixateur externe bei infizierten Defektpseudarthrosen des Unterschenkels eingesetzt werden: er kann auch bei sehr großen Defekten eine Verkürzung des Beines durch seine Stillhaltefunktion verhindern; trotzdem ist die Extremität durch die beidseitige Verspannung des Rahmenfixateurs optimal stabilisiert; falls erforderlich, können auch Achsfehlstellungen gut korrigiert werden. Darüber hinaus gewährleistet der Fixateur externe die Stabilität, die autologe Spongiosa zum Einheilen benötigt.

<u>Spongiosa und</u> <u>Decortication</u>	<u>Anzahl der</u> <u>Patienten</u>
0-mal	3
1-mal	39
2-mal	12
3-mal	6

<u>Spalthaut</u>	<u>Anzahl der</u> <u>Patienten</u>
0-mal	20
1-mal	22
2-mal	6
3-mal	6
4-mal	3
5-mal	1
➤5-mal	1

<u>Fistelrevisionen</u>	<u>Anzahl der</u> <u>Patienten</u>
0-mal	38
1-mal	19
2-mal	1
3-mal	1

<u>Sequestrotomien</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
0-mal	15
1-mal	35
2-mal	8
3-mal	1

<u>Spül-Saugdrainage</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
0-mal	33
1-mal	21
2-mal	4
3-mal	1

	<u>Anzahl der Patienten</u>
röntgenologisch)	36
klinisch) fest	36
röntgenologisch)	2
klinisch) nicht fest	2
Belastbarkeit voll	32
teilweise	8
nicht	1
Amputationen Oberschenkel	2
Unterschenkel	2
noch bestehende Pseudarthrose	1
Gips zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung	1
nicht zur Nachuntersuchung erschienen	5

Sechs Patienten werden noch mit dem Fixateur externe behandelt, bei einem Patienten wird die Extremität noch im Gipsverband ruhiggestellt. Alle sieben Pseudarthrosen zeigen eine beginnende knöcherne Durchbauung.

Bei Nachuntersuchung:

Pseudarthrosen geheilt	38
Pseudarthrosen nicht geheilt	5
Pseudarthrosen in Abheilung	2

Ein Patient verließ vor Abschluß der Behandlung auf eigenen Wunsch die Klinik.

Ein Patient verstarb während der Behandlung.

Patient 1

Herr Sch. erlitt am 14.2.1969 bei einem Arbeitsunfall eine offene Fraktur des linken Unterschenkels, die zuerst konservativ, dann nach einer Woche mit einem Marknagel behandelt wurde.

Nach acht Monaten wurde Herr Sch. in unsere Klinik eingeliefert; es bestand eine sequestrierende Osteomyelitis nach Marknagelung mit schwerer Markraumphlegmone sowie eine infizierte Defektpseudarthrose am linken Unterschenkel. Aus einem markstückgroßen Hautdefekt floß reichlich eitriges Sekret.

Die Beweglichkeit des linken oberen und unteren Sprunggelenkes war endgradig eingeschränkt. Am 10.10.1969 wurde nach einer Sequestrotomie eine offene Spül-Saugdrainage bei liegendem Marknagel angelegt. Am 8.12.1969 wurde der Marknagel entfernt und wieder eine Spül-Saugdrainage angelegt.

Am 24.4.1970 wurden nach einer Knochenmuldung sowie ausgedehnter Decortication jeweils zwei Steinmann-Nägel dieserseits und jenseits der Pseudarthrose eingebracht und reichlich autologe Spongiosa in den Defektbereich eingebracht. Am 5.8.1970 konnten die Steinmann-Nägel nach 15 Wochen entfernt werden, dreimal wurde eine Fistelrevision notwendig. Klinisch und röntgenologisch bestand kein Anhalt für eine Pseudarthrose.

Am 2.1.1972 erlitt Herr Sch. auf einer Kreuzfahrt eine offene Tibiafraktur links im Bereich der ehemaligen Pseudarthrose; mit einem Rundgipsverband konnte die Fraktur ausreichend ruhiggestellt werden.

Ende 1974 erschien Herr Sch. in Straßenschuhen mit einer Absatzerhöhung von 1 cm zur Nachuntersuchung. Die Röntgenbilder zeigten eine gute knöcherne Durchbauung der ehemaligen Pseudarthrose mit zweimaliger Brückenbildung zwischen Tibia und Fibula.

Es bestand eine leichte Varusfehlstellung des linken Unterschenkels von 5° sowie eine leichte Rekurvation von 7° . Das Bein ist um 1 cm verkürzt.

Die Beweglichkeit des linken Kniegelenkes ist endgradig eingeschränkt, das obere Sprunggelenk war fast steif, das untere Sprunggelenk war zur Hälfte eingeschränkt, es fanden sich keine Anzeichen einer noch bestehenden Entzündung.

Patient 2

Bei Herrn K. wurde drei Jahre und vier Monate nach einer offenen Unterschenkelfraktur rechts wegen einer infizierten Defektpseudarthrose der rechten Tibia ein Fixateur externe angebracht. Zuvor waren mehrfach Sequester entfernt worden (zusammen mit Ausmuldung der Tibia) sowie eine Fibula pro Tibia Operation (Weber, Čech, 45) durchgeführt worden: Tibia und Fibula wurden miteinander verschraubt, anschließend wurde Spongiosa angelagert.

Am 11.6.1971 wurde der Fixateur externe angelegt. Nach zweimaliger Fistelrevision, nochmaliger Spongiosaanlagerung im Defektbereich sowie zweifacher Deckung mit Spalthaut wurde der Fixateur externe nach 43 Wochen entfernt.

Herr K. trägt keine orthopädischen Schuhe. Die Beweglichkeit des rechten oberen Sprunggelenkes ist endgradig eingeschränkt, das Kniegelenk ist frei beweglich; es besteht

eine Verkürzung von 1 cm. Die Röntgenbilder zeigen eine gute knöcherne Durchbauung bei achsengerechter Stellung der Extremität. Das Bein kann voll belastet werden.

Diese beiden Beispiele machen deutlich, daß auch nach schwersten Vorschäden die Behandlung einer infizierten Unterschenkel-Defektpseudarthrose erfolgreich sein kann, wenn der Fixateur externe in Verbindung mit Spongiosaanlagerung Anwendung findet. (Natürlich in Verbindung mit den oben erwähnten Maßnahmen, wie Decortication, Sequestrotomie, usw.)

Vor allem bei Herrn K. konnten nach einer Behandlungsdauer von sechs Jahren hervorragende Ergebnisse erzielt werden: Die Gebrauchsfähigkeit des Beines ist fast vollständig wiederhergestellt worden.

<u>Liegezeit der äußeren Spanner (Wochen)</u> <u>bei infizierten Defektpseudarthrosen</u> <u>am Unterschenkel</u>	<u>Anzahl der</u> <u>Patienten</u>
5 - 10	5
11 - 15	12
16 - 20	11
21 - 25	6
26 - 30	5
31 - 35	7
36 - 40	2
41 - 45	1
46 - 50	1

Ich halte es nicht für sinnvoll, eine Aussage über eine durchschnittliche Dauer der Behandlung mit dem Fixateur externe zu machen, da jeder Fall in seinen Eigenarten betrachtet werden muß und sich in den seltensten Fällen die Voraussetzungen (Alter des Patienten, Vorschäden, usw.) gleichen. Man kann

höchstens feststellen, daß mit großer Wahrscheinlichkeit der Fixateur externe nach 35 Wochen spätestens entfernt werden kann, meistens jedoch nach 20 bis 25 Wochen.

Bei vier Patienten mußte eine Amputation (zweimal am Unterschenkel, zweimal am Oberschenkel) vorgenommen werden, die Osteomyelitis konnte nicht beherrscht werden: in allen Fällen zwang eine aggressive sequestrierende Osteomyelitis mit Defekten von 10 - 15 cm bei bereits schwer vorgeschädigten Extremitäten (Gelenkfunktionen, Nervenversorgung, Durchblutungsschäden) zur Amputation.

Bei allen vier Patienten war der Stumpf reizlos verheilt, es bestanden keine Entzündungszeichen mehr, das Gangbild war nach prothetischer Versorgung in allen Fällen sicher. Außer gelegentlichen Phantomschmerzen gaben die Patienten keine Beschwerden an.

Alle Patienten konnten mit einer Prothese zufriedenstellend versorgt werden.

2.8.4.5 Nachuntersuchung

Beschwerden

An Beschwerden wurden Schwellneigung, Wetterfühligkeit und Schmerzen unter Belastung am häufigsten bei der Nachuntersuchung geäußert.

Nur zwei Patienten waren frei von Beschwerden.

Bei neun Patienten wurde ein Peroneausschaden festgestellt, der sich in allen Fällen nach Angaben der Patienten stetig gebessert hat; bei zwei Patienten bestand bereits bei der Übernahme eine Peroneusparese.

Bei einem Patienten bestand bei der Nachuntersuchung noch eine Pseudarthrose, Zeichen einer floriden Entzündung konnten nicht festgestellt werden.

Lediglich bei einem Patienten bestand temporär noch eine Fistelöffnung bei sonst ausgeheilter Pseudarthrose. Von 52 nachuntersuchten Patienten konnte bei 26 (das sind 50 %) eine achsengerichte Stellung des Beines festgestellt werden.

<u>Verkürzung der Extremitäten</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
0 cm	9
1 cm	14
1,5 cm	3
2 cm	8
2,5 cm	5
3 cm	1
4 cm	2
5 cm	4
6 cm	3
7 cm	1
8 cm	1
9 cm	-
10 cm	-

Achsabweichung

	0 - 5°	6 - 10°	11 - 15°
Varus	7	1	0
Valgus	10	1	1
Antekurvation	7	2	1
Rekurvation	3	2	1
Drehfehler	0	0	0

Diese Achsabweichungen bedingen eine Fehlbelastung der Gelenke; diese Fehlbelastung führt zur Arthrose oder verstärkt diese, wenn sie schon vorhanden ist. Bei extremen Fehlstellungen muß eventuell eine Umstellungsosteotomie vorgenommen werden.

Um die Gelenkfunktion zu beurteilen, habe ich die Bewegungseinschränkung der Gelenke in fünf Schweregrade eingeteilt, was natürlich eine objektive Beurteilung nicht ganz zuläßt.

Schweregrad	I	leicht eingeschränkt, nur meßtechnisch erfaßbar, keine Beschwerden des Patienten
	II	endgradige Bewegungseinschränkung, leichte Beschwerden des Patienten
	III	starke Bewegungseinschränkung, Schmerzen im Gelenk
	IV	Wackelbewegungen
	V	steif

Für jede Bewegungseinschränkung habe ich Punkte verteilt (Grad I = 1 Punkt, Grad II = 2 Punkte, usw.) und sie für jeden Patienten addiert. 25 Punkte bedeuten ein steifes Bein, 0 Punkte keinerlei Störung der Gelenkfunktion.

Einschränkung der Gelenkfunktion
(Anzahl der Patienten)

	I	II	III	IV	V
Hüftgelenk	-	-	-	-	-
Kniegelenk	6	12	4	-	-
oberes Sprunggelenk	-	8	20	5	11
unteres Sprunggelenk	1	12	24	4	6
Zehen	-	1	5	-	1

Bewertung der Gelenkfunktion (Punkte)

Anzahl der Patienten

0	-
1	1
2	4
3	1
4	2
5	4

Fortsetzung:

<u>Bewertung der Gelenkfunktion (Punkte)</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
6	8
7	5
8	10
9	2
10	6
11	1
12	1
13	1
14	-
15	1
16	-
17	1

<u>Orthopädische Versorgung der Patienten nach abge- schlossenem Heilverfahren</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>
Ø	8
Gehstütze	3
Handstock	7
orthop. Schuhwerk	26
normale Schuhe + Höhenausgleich	3
Schienenhülsenapparat	5
Prothese (nach Amputation)	4

Abschließend kann festgestellt werden, daß bis auf fünf negative Erfolge alle Pseudarthrosen mit Hilfe des Fixateur externe geheilt werden konnten. Das ist für ein Krankheitsbild, das ohne den Fixateur externe mit großer Wahrscheinlichkeit zwangsläufig zum Verlust eines Beines führen kann, ein hervorragendes Ergebnis.

Weniger erfreulich sind die doch zum Teil erheblichen Gelenkschäden, die allerdings zum Teil überwiegend auf lange Vorbehandlung (z.B. langdauernde Immobilisation im Gipsverband) zurückzuführen ist.

Diese Schäden können in Verbindung mit den Achsfehlstellungen, die in 50 % der Fälle aufgetreten sind (allerdings nur sehr selten in extremen Ausmaßen) in der Zukunft zu einer zum Teil erheblichen Gebrauchseinschränkung der Extremität führen. Vielleicht können diese 50 % Achsfehlstellungen durch die Verwendung des Fixateur externe mit räumlicher Verspannung (Hierholzer, u.a., 15) noch gemindert werden.

Die Gelenkveränderungen sowie die Verkürzungen, die nicht so stark sind, wie z.B. am Oberschenkel, (was durch den Stillhaltefixateur erreicht werden konnte, der am Oberschenkel nur bedingt anwendbar ist)⁺⁾ zwingen 26 Patienten dazu, orthopädisches Schuhwerk zu tragen (mit Abrollsohle oder Höhenausgleich). Andere orthopädische Hilfsmittel waren nur selten notwendig.

Alles in allem stellt der Fixateur externe heute die Methode der Wahl zur Behandlung von infizierten Pseudarthrosen am Unterschenkel dar.

Durch diese gute und stabile Ausheilung der infizierten Defektpseudarthrosen kann die Rezidivquote bei Osteomyelitiden erheblich gesenkt werden.

2.9

Ergänzung

Der Fixateur externe am Unterarm

Seit Anfang 1975 finden sowohl äußere Spanner (Schanz'sche Schrauben + äußere Spannvorrichtungen) als auch Schanz'sche Schrauben, die mit Hilfe des Wagner-Apparates stabilisiert

⁺⁾ Inzwischen kann auch hier mit dem Wagner-Apparat ein "Stillhalte-Fixateur" in fast allen Fällen Anwendung finden.

werden, zur Behandlung infizierter Defektpseudarthrosen Anwendung (wiederum in Verbindung mit autologer Spongiosa).

In einem Fall fanden Steinmann-Nägel in Verbindung mit äußeren Spannvorrichtungen bei einem Erhaltungsversuch am Unterarm Anwendung.

Nach einer offenen Unterarmtrümmerfraktur rechts mit massiven Weichteildefekten entwickelte sich eine infizierte Defektpseudarthrose mit extrem großen Knochendefekten.

In Mittelstellung des Unterarms wurden proximal des Defektes drei 4 mm dicke Steinmann-Nägel von radial nach ulnar durch beide Vorderarmknochen gebohrt. Ein vierter Steinmann-Nagel wurde durch das Handgelenk, ein fünfter Nagel durch die Mittelhandknochen der Langfinger in gleicher Ebene eingebracht.

In einer weiteren Operation wurde der Defekt mit Spalthaut gedeckt. Die Extremität konnte erhalten werden.

3. Diskussion =====

Ein Vergleich mit Ergebnissen aus der Literatur ist schwierig, weil bis zum heutigen Tage eine zusammenfassende Darstellung der Anwendungsbereiche des Fixateur externe noch nicht erschienen ist; ausgenommen eine Arbeit von Henry Connes über den modifizierten Rahmenfixateur nach Hoffmann, der allerdings in Deutschland keine weite Verbreitung gefunden hat.

3.1 Der Fixateur externe in der aseptischen Knochenchirurgie

Die Anwendung von Steinmann-Nägeln bei Korrekturosteotomie in Höhe des oberen Sprunggelenkes sowie des Tibiakopfes (AO Manual) wird in der Literatur positiv beschrieben.

Janssen und Dietschi (20) berichten über 12 Patienten, bei denen eine supramalleoläre Umstellungsosteotomie durchgeführt wurde. Bei allen Patienten wurden Steinmann-Nägel zur Stabilisation verwendet. Bei 9 Patienten konnte ein einwandfreies Ergebnis erzielt werden. Zweimal resultierte eine Rekurvationsstellung von 5° , einmal in Kombination mit einer Außenrotation von 15° . Außer einer Wundheilstörung traten keine Beschwerden auf. Nach Janssen und Dietschi sind die Stabilisation mit Steinmann-Nägeln und nach der AO-Technik mit Platten in Bezug auf Stabilität und der möglichen postoperativen Übungsbehandlung als gleichwertig anzusehen. Allerdings bietet sich bei schlechten Weichteilverhältnissen sowie bei Durchblutungsstörungen die Fixation mit Steinmann-Nägeln eher an, da die Plattenfixation ein erhöhtes Risiko vor allem bei einem älteren Patienten bedeutet (Rehn, J., u.a., 29; Janssen, Dietschi, 20).

Die gleiche Aussage gilt natürlich auch für Umstellungsosteotomien in Höhe des Tibiakopfes.

Sowohl Richter (31) als auch Müller, u.a. (26) beschreiben die Möglichkeit der Fixation der Fragmente bei einer Tibiakopfosteotomie mit Hilfe des Fixateur externe.

Richter (31) beschreibt diese Fixation mit den äußeren Spannern vor allem bei einem zusätzlichen intraartikulären Eingriff und hebt die Möglichkeit hervor, bei der Art der Fragmentfixation auch postoperativ Stellungskorrekturen durchführen zu können. Wir haben mit dem Fixateur externe bei der Tibiakopfosteotomie - in Verbindung mit einer Anlagerung von autologer Spongiosa - gute Erfolge erzielt.

Ein abschließendes Urteil aber ist wegen der geringen Patientenzahl noch nicht möglich.

Mit Zenker (47) sehen wir in einer Achsfehlstellung der Tibia (vor allem einer Varusfehlstellung) gleich in welcher Ebene, eine Indikation zur Korrekturosteotomie der Tibia, um eine sekundäre Gelenkarthrose zu vermeiden (Rehn, J., u.a., 29).

Eine Umstellungsosteotomie ist nicht mehr angezeigt, wenn durch eine länger andauernde Fehlbelastung bereits schwere arthrotische Veränderungen der angrenzenden Gelenke entstanden sind; in diesem Fall ist eine Arthrodeese angezeigt (Rehn, J., u.a., 29; Zenker, 47).

In einem Fall sahen wir die Indikation zu einer Umstellungsosteotomie mit Hilfe des Fixateur externe am Fußgewölbe bei einem traumatischen Hohlfuß. Das Ergebnis war ermutigend, so daß sich diese Behandlungsmöglichkeit für weitere ähnlich geartete Fälle anbietet.

Ebenfalls hat sich der Fixateur externe in der Frakturbehandlung in Verbindung mit schlechten Weichteilverhältnissen bewährt (Rehn, J., 27; Burri, 2; AO Manual, 26; Terbrüggen, u.a., 43; Rüedi, 33; Brüggemann, Schmit-Neuerburg, 1; Hierholzer, u.a., 13).

In Fällen, in denen es unmöglich ist, eine stabile direkte Osteosynthese an den Knochen anzubringen und sie mit Weichteilen zu decken, gelingt es mit dem Fixateur externe, eine stabile Osteosynthese einzubringen (in gesundem Gewebe). Hier tritt der Fixateur externe in Konkurrenz mit der direkten internen Fixation. Unter schlechten Weichteilverhältnissen muß man Haut- und Weichteildefekte, ausgedehnte Narbengebiete, Verwachsungen der Haut mit den darunterliegenden Knochen sowie eine schlechte Durchblutung des betreffenden Gebietes verstehen. Weichteildefekte bleiben frei und können so offen behandelt werden; jederzeit ist die Wundzone frei einsehbar. (Schneider, I., 40)

In dieser Behandlungsmethode liegt meiner Meinung nach neben den infizierten Pseudarthrosen eine der wichtigsten Indikationen für die Anwendung des Fixateur externe. Sofortige Stabilität der Fraktur sowie die Möglichkeit, auftretende Infekte wegen der freiliegenden Weichteile sofort erkennen und behandeln zu können, bieten eine große Chance, auch noch schwerste Verletzungen (vor allen Dingen am Unterschenkel), die sich durch die Verkehrsunfälle immer mehr häufen, trotz massivster Weichteilschäden sowie ausgedehnten Trümmerfrakturen eine vollständige Wiederherstellung der betroffenen Extremität zu erreichen.

Die Steinmann-Nägel beeinträchtigen nicht wie Platte oder Marknagel die ohnehin erheblich gestörte Blutzirkulation.

Die sonst so große Gefahr

- a) der Amputation wegen ausgedehntester Weichteilschäden und Knochenzertrümmerungen
- b) der Infektion mit nachfolgender Defektpseudarthrose

kann mit Hilfe des Fixateur externe in diesen Fällen stark gesenkt werden. Spongiosa kann leicht ohne Berührung mit metallischen Implantaten angelagert werden.

In keinem unserer Fälle trat nach dieser Behandlung eine Infektion auf, nie wurde eine Amputation erforderlich.

Connes (6) beschreibt hervorragende Ergebnisse, die an seiner Klinik mit dieser Therapie - er benutzt den Hoffmann-Fixateur - erzielt worden sind. Sicher wird die Therapie mit dem Fixateur externe bei den oben beschriebenen Fällen die z.Zt. üblichen Verfahren Extension, Gips und Minimalosteosynthese, die alle keine optimale Stabilität gewährleisten, ablösen. Ebenfalls wird der Fixateur externe die Indikation für eine direkte Osteosynthese einschränken. Weiterhin hat sich der Fixateur externe an unserer Klinik bei offenen sprunggelenknahen Frakturen bewährt. Oft ist es bei diesen Frakturen erforderlich, einen Steinmann-Nagel ins Fersenbein einzubringen, da im distalen Fragment der Tibia nicht alle Steinmann-Nägel, die zu einer Stabilität notwendig sind, aus Platzmangel angebracht werden können.

Daraus ergibt sich eine Verspannung über das Gelenk hinaus, die naturgemäß so kurz wie eben möglich beibehalten wird, um eine Gelenkschädigung durch langandauernde Immobilisation zu vermeiden. (Hierholzer, u.a., 15; Connes, 6)

Trotzdem trat bei einem Patienten die vollständige Versteifung des oberen Sprunggelenkes ein; allerdings waren die Gelenkflächen bei dem Unfall total zerstört worden.

Ein weiteres Anwendungsgebiet finden die äußeren Spanner bei Refrakturen nach vorher durchgeführten Arthrodesen des Kniegelenkes. Oft liegen schlechte Weichteilverhältnisse vor oder die Corticalis ist im Bereich der Kondylen und des Tibiakopfes sehr dünn. Diese Zustände erschweren die Stabilisation der Fraktur mit einer Platte; mit dem Fixateur externe kann die Fraktur ohne Schwierigkeiten ausreichend stabilisiert werden.

Gute Ergebnisse konnten auch in der Behandlung von nicht infizierten Pseudarthrosen des Unterschenkels erzielt werden.

In den meisten Fällen wird man mit Hilfe einer direkten internen Osteosynthese (Platte, Marknagel) diese Pseudarthrose zur Ausheilung bringen.

Weber und Čech (45) sehen für die Anwendung des Fixateur externe bei nicht infizierten Pseudarthrosen folgende Indikation:

- Pseudarthrosen nach Osteotomie am Tibiakopf
- Pseudarthrosen an der distalen und proximalen Epiphyse
- früher infizierte Pseudarthrosen
- ehemalige supramalleoläre Trümmerfrakturen
 - mit Platte versorgt - Lockerung des Osteosynthesematerials - distales Fragment ist osteoporotisch und eignet sich nicht zur Druckosteosynthese mit Schrauben oder Platten

Zusätzlich sehen wir bei nicht infizierten Pseudarthrosen eine Indikation für den Fixateur externe, wenn bereits mehrere interne Osteosynthesen keinen Erfolg gebracht haben und eine andere direkte Osteosynthese wegen schlechter Durchblutungsverhältnisse nicht eingebracht werden sollte, da durch die bisherigen Versuche die Durchblutung im Gebiet der Pseudarthrose oder der Fraktur bereits erheblich geschädigt wurde.

Weiterhin bietet sich der Fixateur externe wiederum bei schlechten Weichteilverhältnissen an (geringe Dicke des Weichteilmantels über der Tibia, Verwachsung der Haut mit dem Knochen).

In diesen Fällen wäre es schwer möglich, eine Platte unter gesunden Gewebe zu versenken, es sei denn, man bringt die Platte von hinten am Unterschenkel an.

Ebenfalls besteht natürlich wieder die Möglichkeit, Fehlstellungen der Tibia mit dem Fixateur externe auszugleichen. In den meisten Fällen aber wird man nicht infizierte Pseudarthrosen

am Unterschenkel weiterhin mit einer Platte oder einem Marknagel stabilisieren, da die mit diesen Verfahren erzielten Erfolge ein Verlassen dieser bewährten Behandlungsmöglichkeiten nicht sinnvoll erscheinen lassen.

3.2 Der Fixateur externe in der septischen Knochenchirurgie

Ich möchte mich der Forderung von C. Burri (2,4) anschließen:
"Das Endziel einer operativen Frakturbehandlung ist die vollständige funktionelle Wiederherstellung der verletzten Extremität. Dieses Ziel möchten wir auch beim Auftreten eines ossären Infektes beibehalten."

Bei einer Osteomyelitis oder bei einer infizierten Pseudarthrose besteht die Gefahr einer verzögerten oder gar nicht eintretenden Heilung der Fraktur und einer Fehlstellung sowie einer Verkürzung der Extremität, wobei in den meisten Fällen die angrenzenden Gelenke mehr oder weniger stark beschädigt werden.

Das Krankheitsbild ist festgelegt durch:

1. die Infektion
2. die Instabilität
3. den Defekt

(Rehn, J., 28; Burri, Henkemeyer, 2)

Diese Trias bestimmen nun auch die Therapie, in deren Mittelpunkt erstens das Erreichen einer Stabilität und zweitens die Bekämpfung der Infektion steht (Schmelzeisen, 38; Rehn, J., 28)

In unserer Klinik hat sich der Fixateur externe hervorragend bei der Behandlung von Refrakturen nach einer abgelaufenen Osteomyelitis bewährt. Bei einem Versuch, diese Frakturen mit einer Platte zu behandeln, wäre die Gefahr einer Exazerbation und Ausbreitung der Infektion wegen des eingebrachten Fremdkörpers erheblich. (Rehn, J., 28; Weber, Čech, 45)

Ebenso hätte eine Stabilisierung mit einem Gipsverband wegen der nicht ausreichend stabilen Fixation der Fragmente und einer ständigen Unruhe im Frakturbereich mit großer Wahrscheinlichkeit ein Aufflammen der Infektion zur Folge gehabt. (Rehn, J., 28) Als Therapie der Wahl hat sich bei uns der Fixateur externe durchgesetzt. Die Steinmann-Nägel oder die Schanz'schen Schrauben können in einem ausreichenden Abstand vom Infektionsherd eingebracht werden; so kann ein Aufflammen des Infektes durch diese stabile Osteosynthese vermieden werden.

Mit zusätzlicher Anlagerung von autologer Spongiosa (Schmit-Neuerburg, 39) und, wenn notwendig, mit einer Spül-Saugdrainage nach Willenegger (46) kann die Infektion beherrscht werden. Durch diese Maßnahmen werden die Voraussetzungen für eine Konsolidierung der Fraktur geschaffen.

Am günstigsten ist es zweifellos, wenn eine Infektion bereits im Frühstadium erkannt wird und sofort mit den oben aufgeführten Methoden behandelt wird. Nur so sind gute funktionelle Ergebnisse nach Beendigung der Behandlung zu erwarten.

4.

Zusammenfassung
=====

Es wurden insgesamt 120 Patienten am "Bergmannsheil" Bochum, die im Zeitraum von 1970 bis Ende 1974 mit dem Fixateur externe behandelt wurden, nachkontrolliert und dokumentiert. Es ließen sich anhand dieses Patientengutes folgende Indikationen finden, die außer der Arthrodese für die Verwendung des Fixateur externe empfohlen werden können.

Der Fixateur externe bietet sich an in der Behandlung von:

- I. frischen Frakturen mit sehr schlechten Weichteilverhältnissen
- II. sprunggelenknahen offenen Unterschenkelstückfrakturen
- III. Umstellungsosteotomien
 - a) in der Nähe des oberen Sprunggelenkes
 - b) in Höhe des Tibiakopfes
 - c) am Fußgewölbe
- IV. bei Refrakturen nach
 - a) Osteomyelitiden
 - am Oberarm
 - am Oberschenkel
 - am Unterschenkel
 - b) Arthrodesen im Kniebereich
- V. bei nicht infizierten Pseudarthrosen des Unterschenkels mit und ohne Achsfehlstellung
- VI. bei infizierten Pseudarthrosen (vor allem bei Defektpseudarthrosen)
 - a) am Oberarm
 - b) am Oberschenkel
 - c) am Unterschenkel und
 - d) seit kurzer Zeit am Unterarm

In unserer Klinik hat der Fixateur externe, wie schon oben erwähnt, eine überragende Bedeutung in der Behandlung von infizierten Defektpseudarthrosen. In Verbindung mit einer Decortication und Anlagerung von autologer Spongiosa (oft in Verbindung mit einer Spül-Saugdrainage und einer Sequesterentfernung) konnte in den meisten Fällen die "unhappy triad" der Knochenchirurgie, Infekt, Defekt und Instabilität (Burri, 2, 4) beseitigt werden.

Das gleiche gilt für seine Anwendung bei Refrakturen nach Osteomyelitiden, die behandelt werden konnten, ohne daß die Infektion wieder aufgeflammt ist.

Auch in der Therapie von nicht infizierten Pseudarthrosen, hier wieder an hervorragender Stelle bei Defektpseudarthrosen und Pseudarthrosen mit Fehlstellungen, hat der Fixateur externe Bedeutung erlangt.

Ebenso konnte mit Hilfe des Fixateur externe bei einigen sehr bedenklich erscheinenden offenen Frakturen mit massivster Weichteilschädigung die Extremität funktionell einwandfrei wiederhergestellt werden.

Auch bei Umstellungsosteotomien in Sprunggelenk- und Tibiakopfhöhe hat sich die Stabilisierung mit dem Fixateur externe bestens bewährt.

Abschließend kann man feststellen, daß der Fixateur externe eine Form der stabilen Osteosynthese darstellt, die die direkte interne Osteosynthese sicher nicht verdrängen wird, sie aber wirksam in bisher nicht oder nur bedingt beherrschbaren Situationen ergänzen wird.

5. Anhang
=====

5.1 Literatur

1. Brüggemann, H., K. P. Schmit-Neuerburg, Weichteilprobleme und operative Zugänge bei offenen Unterschenkelfrakturen, offene Brüche III. Grades, schwere Weichteilverletzungen - F.e., Hefte zur Unfallhk. 117 (1974), 134 - 138
2. Burri, C., H. Henkemeyer, Th. Rüedi, Chirurgische Behandlung infizierter Knochendefekte, Langenbecks Arch. klin. Chir. 330 (1971), 54 - 78
3. Burri, C., (Herausgeber) Posttraumatische Osteomyelitis, Hans Huber, Bern, 1974
4. Burri, C., H. H. Passler, H. Henkemeyer, Treatment of posttraumatic osteomyelitis with bone, soft tissue and skin defect, vol. 18 (1973), 799 - 810
5. Charnley, J., The closed treatment of common fractures, Edinburgh, Livingstone, 1961
6. Connes, H., Hoffmann's double frame external anchorage, Methods Application and Results, Edition GEAD, Paris
7. Cuendet, S., Procédé de réduction des fractures de la diaphyse des deux os de l'avant-bras à l'aide de l'appareil à broches jumelées, Livre Jubilaire Albin Lambotte, Vromant & Co., Ed., Bruxelles, 1936, 129 - 136
8. Debrunner, D., O. Čech, Behandlung der infizierten Pseudarthrosen mit Hilfe der externen Fixation, in: Hierholzer, G., J. Rehn, Die posttraumatische Osteomyelitis, Schattauer, Stuttgart-New York, 1970

9. Ecke, H., Behandlungsverfahren bei der chron. posttraumatischen Osteomyelitis, in: Hierholzer, G., J. Rehn, Die posttraumatische Osteomyelitis, Schattauer, Stuttgart-New York, 1970
10. Goymann, V., Die Behandlung nicht frischer Oberschenkel-frakturen mit dem Distraktionsapparat nach Wagner, Arch. orthop. Unfallchir., 80 (1974), 269 - 274, J. F. Bergmann Verlag, München
11. Harms, J. U., W. Arens, Zur operativen Behandlung von Oberarmschaftpseudarthrosen, Mschr. Unfallhk. 76 (1973), 40 - 43
12. Hellinger, J., Die Behandlung von Pseudarthrosen langer Röhrenknochen mit simultaner Beinverlängerung, Zbl. Chir. 98 (1973), 1272 - 1276
13. Hierholzer, G., Behandlungsrichtlinien bei der gestörten Knochenbruchheilung, Vortrag 141. Tagung der Vereinigung Niederrh.-Westf. Chirurgen 10. - 12.10.1974 in Gelsenkirchen - mündl. Mitteilung -
14. Hierholzer, G., Indikation und Methode der Spalthautverpflanzung nach KnochenausmULDung, in: Hierholzer, G., J. Rehn, Die posttraumatische Osteomyelitis, Schattauer, Stuttgart-New York, 1970
15. Hierholzer, G., H. Kehr, R. Kleining, G. Hörster, Technische Variationen und Komplikationsmöglichkeiten bei Osteosynthesen mit äußeren Spannern, Hefte zur Unfallhk. 117 (1974), 88 - 89
16. Hofmann, R., L'osteotaxis, Paris, GEAD, 1951
17. Hübler, W., H. Tscherne, Die Behandlung infizierter Marknagelungen und Pseudarthrosen der Tibia, in: Hierholzer, G., J. Rehn, Die posttraumatische Osteomyelitis, Schattauer, Stuttgart-New York, 1970

18. Immenkamp, M., G. Hierholzer, Die infizierte Pseudarthrose, Schriftreihe: Unfallmedizin, Tagungen der Landesverbände der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Heft 10 (1970), 71 - 80
19. Immenkamp, M., W. Schramm, knöcherner Brückenbildung mit einem speziellen Verfahren nach abgeklungener Knochenentzündung, in: Hierholzer, G., J. Rehn, Die posttraumatische Osteomyelitis, Schattauer, Stuttgart-New York, 1970
20. Janssen, G., C. Dietschi, Die supramalleoläre Korrekturosteotomie nach Unterschenkelfrakturen, Z.Orthop. 112 (1974), 444 - 449
21. Jäger, M., W. Kußwetter, J. Kuzmany, Wandlung in der Behandlung der Kallusverzögerung und Pseudarthrose, Münch. med. Wschr. 116 (1974), 289 - 296
22. Lambotte, D., L'intervention opérative dans les fractures, Lamertin, Bruxelles, 1907
23. Lange, H., F. Schmidt, Röntgendiagnostik von Druckplattenfrakturen, Zbl. Chir. 98 (1973), 358 - 362
24. Malgaigne, Considerations cliniques sur les fractures de la route et leur traitement par les griffes, J. des Connaissances Méd. pratiques, 16 (1853/54), 9 - 12
25. Müller, H. J., Äußere Fixation bei posttraumatischer Osteomyelitis, Indikation, Technik, Ergebnisse, Weiterversorgung, Schriftreihe: Unfallmedizin, Tagungen der Landesverbände der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Heft 10 (1970), 81 - 88
26. Müller, M. E., M. Allgöwer, H. Willenegger, Manual der Osteosynthese, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1969

27. Rehn, J., Die Verfahren der Knochenbruchbehandlung, in: Chirurgie der Gegenwart, Unfallchirurgie, Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien, 1973
28. Rehn, J., Osteosynthesen bei posttraumatischer Osteomyelitis, Zbl. Chir. 99 (1974), 1488 - 1496
29. Rehn, J., W. Schramm, G. Hierholzer, Zur Indikation und Technik der Umstellungsosteotomien wegen Fehlstellung nach Frakturen der unteren Gliedmaßen, Arch. orthop. Unfallchir., 63 (1968), 9 - 18
30. Rehn, J., Pseudarthrosen nach operativer Knochenbruchbehandlung, Mschr. Unfallhk. 75 (1972), 203
31. Rehn, J., W. Schramm, Tierexperimentelle Untersuchungen über das Verhalten von autologen Spongiosa- und Corticalistransplantaten im Weichteillager mit Hilfe der Tetracyclinmarkierung, Arch. orthop. Unfallchir., 68 (1970), 185 - 196
32. Richter, R., Erfahrungen mit der Tibiakopfosteotomie bei Gonarthrosen, Arch. orthop. Unfallchir., 80 (1974), 107 - 118
33. Rüedi, Th., Zur Behandlung der posttraumatischen Osteomyelitis, Zbl. Chir. 97 (1972), 1634 - 1642
34. Rüedi, Th., Die operative Versorgung offener US-Brüche, Hefte zur Unfallhk. 117 (1974), 125 - 129
35. Sattel, W., D. Lattermann, R. Pöhlmann, Zur Anwendung der äußeren Spanner bei der Behandlung der posttraumatischen Osteomyelitis, Chirurg 46 (1975), 2 - 26
36. Saxer, U., Zur Behandlung infizierter Femurpseudarthrosen, Zeitschrift für Unfallmedizin und Berufskrankheiten, 66 (1973), 141 - 146

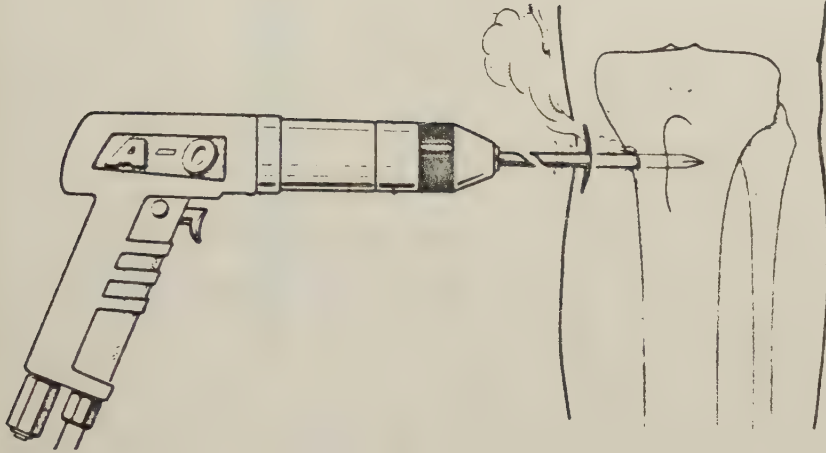
37. Schauwecker, F., S. Weller, Ursachen der Knocheninfektion nach Osteosynthesen, in: Hierholzer, G., J. Rehn, Die posttraumatische Osteomyelitis, Schattauer, Stuttgart-New York, 1970
38. Schmelzeisen, H., Behandlung und Ergebnisse bei infizierten Pseudarthrosen, Mschr. Unfallhk. 76 (1973), 437 - 444
39. Schmit-Neuerburg, K. P., Ch. D. Wilde, Defektüberbrückung an den langen Röhrenknochen, Hefte zur Unfallhk. 113 (1973)
40. Schneider, I., Die Osteosynthese mit äußeren Spannern am Unterschenkel, Hefte zur Unfallhk. 117 (1974), 86 - 88
41. Schramm, W., Klinische und tierexperimentelle Untersuchungen über die Transplantation autoplastischer Spongiosa, Hefte zur Unfallhk. 104 (1970)
42. Steinmann, F., Lehrbuch der funktionellen Behandlung der Knochenbrüche und Gelenkverletzungen, Stuttgart, F. Enke, 1919
43. Terbrüggen, D., H. Willenegger, J. Müller, Zur Versorgung offener US-Brüche mit sehr großen Weichteildefekten, Hefte zur Unfallhk. 117 (1974)
44. Walcher, U., Zur Defektüberbrückung bei der posttraumatischen und postosteomyelitischen Pseudarthrose, Act. traumatologie 2 (1972), 169 - 172
45. Weber, B. G., O. Čech, Pseudarthrosen, Verlag Hans Huber, Bern-Stuttgart-Wien, 1973
46. Willenegger, H., M. Ledermann, H. G. Wahl, U. Pluar, Über das Wesen der Spül Drainage, in: Hierholzer, G., J. Rehn, Die posttraumatische Osteomyelitis, Schattauer, Stuttgart-New York, 1970

47. Zenker, H., Zur Indikation und Technik korrigierender
Osteotomien im Schaftbereich langer Röhrenknochen,
Arch. orthop. Unfallchir., 74 (1972), 205 - 224

5.2

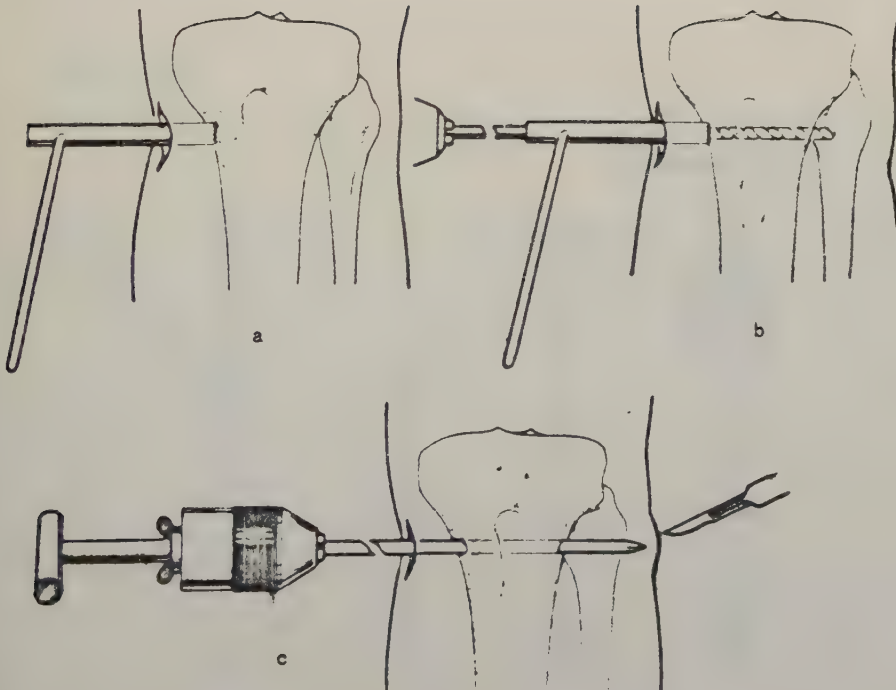
Die folgenden acht Abbildungen sind dem Buch
"Pseudarthrosen" von Weber, Cech entnommen:

Abb. 1



Fehlerhaftes Einsetzen eines Steinmann-Nagels. Falls ein Steinmann-Nagel direkt ohne Vorbohren mit der Maschine eingesetzt wird, kommt es zur Hitzeschädigung, zur ringförmigen Knochennekrose, danach zur Nagelloockerung und zum Infekt.

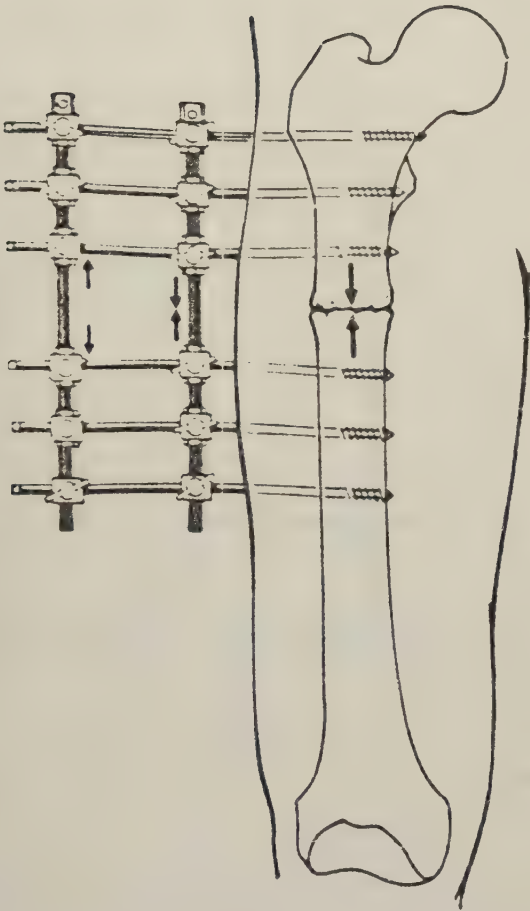
Abb. 2



Korrekte Technik des Einsetzens eines Steinmann-Nagels.

- a) Hautinzision, stumpfes Einsetzen einer Gewebeschutzhülse bis zum Knochen.
- b) Vorbohren des Nagelkanals mit dem scharfen Bohrer.
- c) Einsetzen des Steinmann-Nagels von Hand. Vor Perforation der Nagelspitze wird eine Gegeninzision durchgeführt.

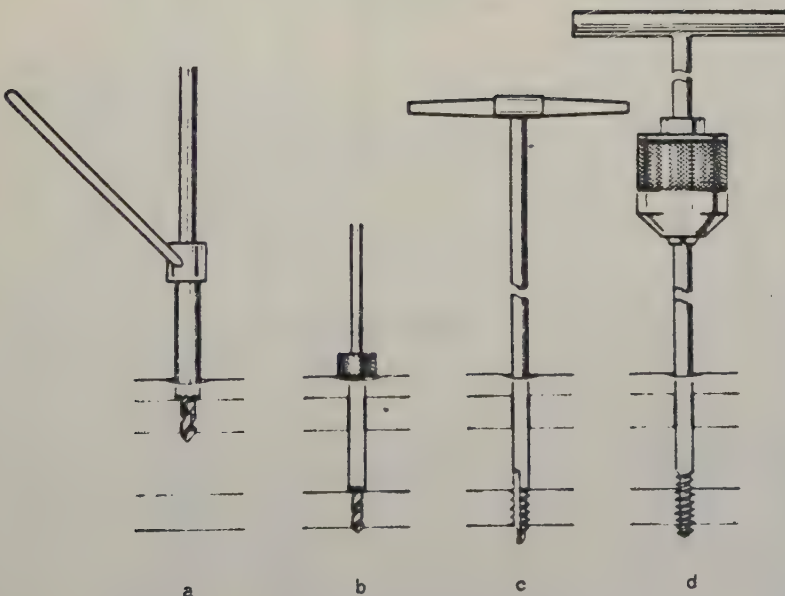
Abb. 3



Technik des Klammer-Fixateurs bei subtrochanterer Femur-P. Montage mit äußeren Spannern. In beschriebener Art und Weise wird auf der Seite der Zugbeanspruchung des Femurs der Klammer-Fixateur angelegt. Pro Fragment sind 3 Schrauben nötig.

Obschon in der Subtrochantergegend große Störkräfte einwirken, erbringt der Klammer-Fixateur dennoch erstaunlich gute Stabilität, weil er nach dem Zuggurtungsprinzip wirkt.

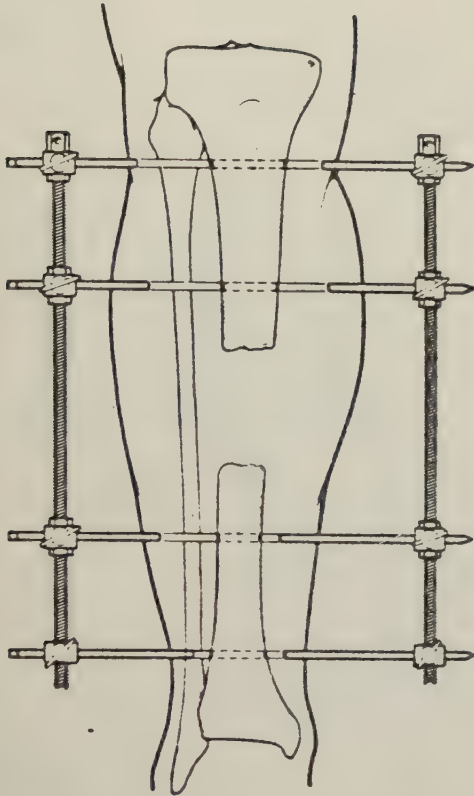
Abb. 3 a



Technik des Einsetzens von modifizierten Schanz'schen Schrauben. Diese Schrauben schneiden das Gewinde nicht selbst, sondern werden eingesetzt wie eine AO-Corticalisschraube:

- a) Hautinzision. Aufbohren der proximalen Corticalis mit dem 4,5-mm-Bohrer.
- b) Einsetzen einer Bohrbüchse und Vorbohren der gegenüberliegenden Corticalis mit dem 3,2-mm-Bohrer.
- c) Schneiden des Gewindes in der gegenüberliegenden Corticalis mit dem Corticalis-Gewindeschneider.
- d) Eindrehen der modifizierten Schanz'schen Schraube, Durchmesser 4,5 mm, von Hand.

Abb. 4



Rahmen-Fixateur bei Defekt-P. der Tibiadiaphyse.

Der Fixateur externe wird nach angegebener Technik montiert. Er sichert die Skelettachse und die richtige Länge. Weil die Fragmente keinen Kontakt besitzen, ist interfragmentäre Druck-erzeugung nicht möglich. Die erreichbare Stabilität erlaubt eine funktionelle Nachbehandlung ohne Gipsverband und Eingriffe am Fokus.

Rahmen-Fixateur bei Kontakt-P. der Tibiadiaphyse.

Zur Korrektur einer Fehlstellung oder bei Überlänge der Fibula ist eine Fibulaosteotomie nötig.

a) Die Steinmann-Nägel sind in die beiden Fragmente eingesetzt in einem Winkel zueinander, der dem Korrekturwinkel der Fehlstellung entspricht.

b) Die Fibula ist osteotomiert. Mit den äußeren Spannern ist die Fehlstellung korrigiert und die Kontakt-P. unter Druck versetzt.

Abb. 5

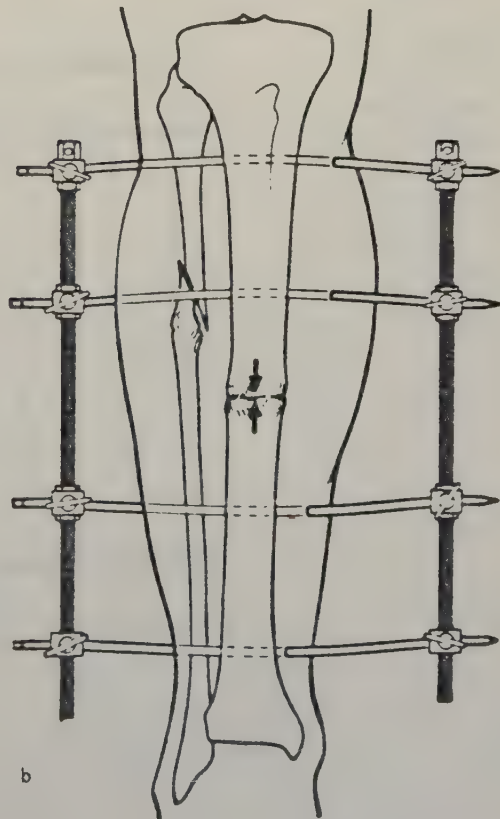
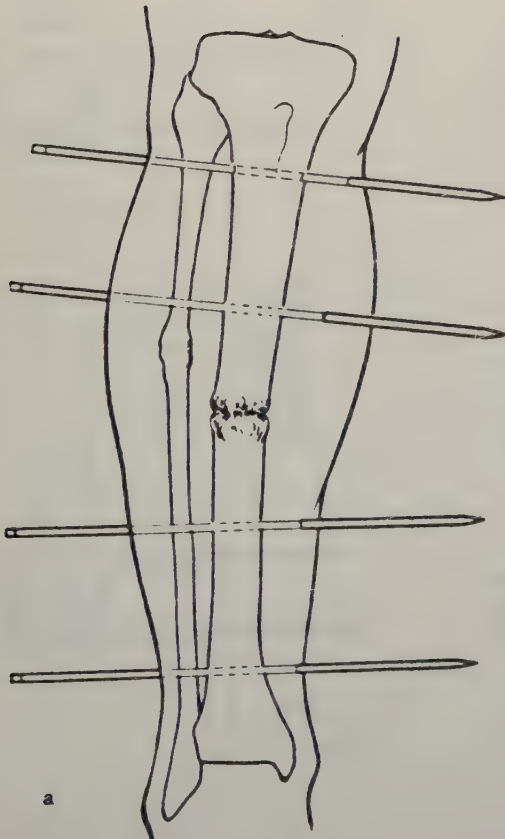
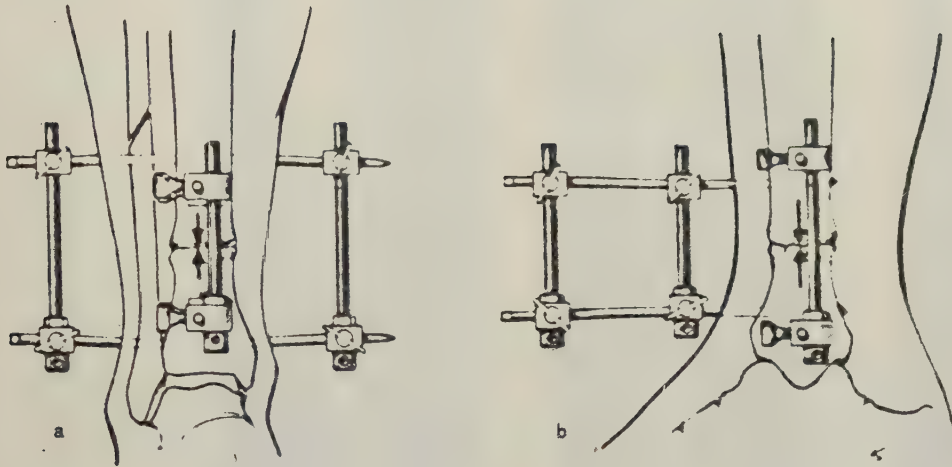
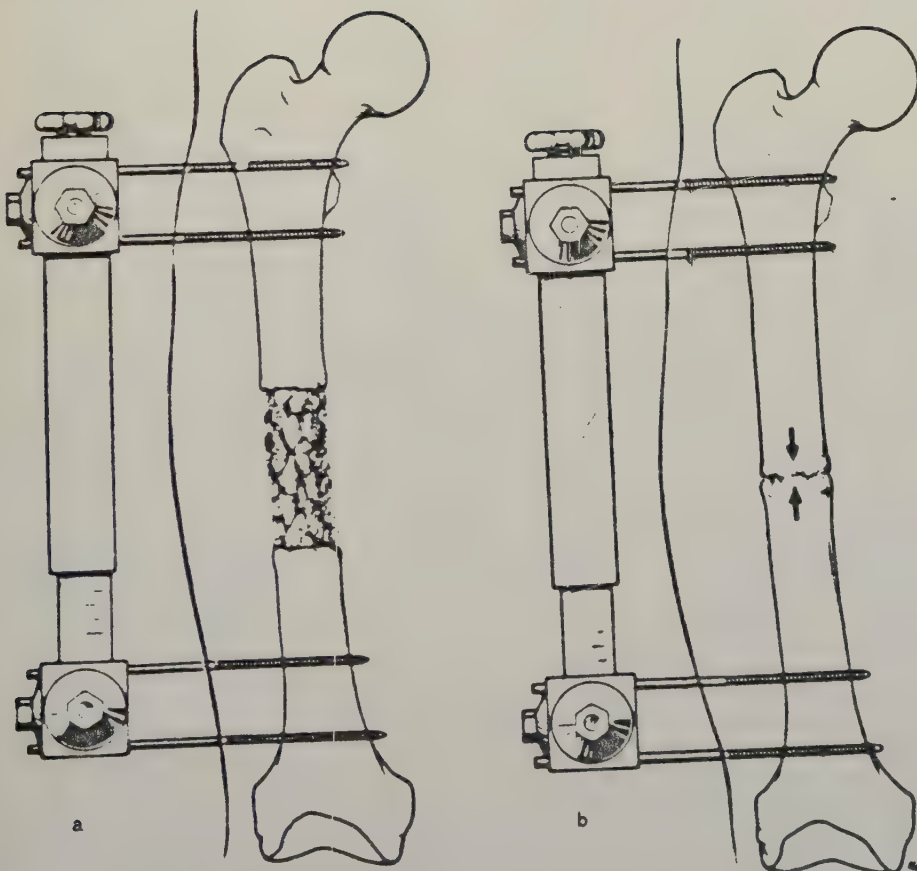


Abb. 6

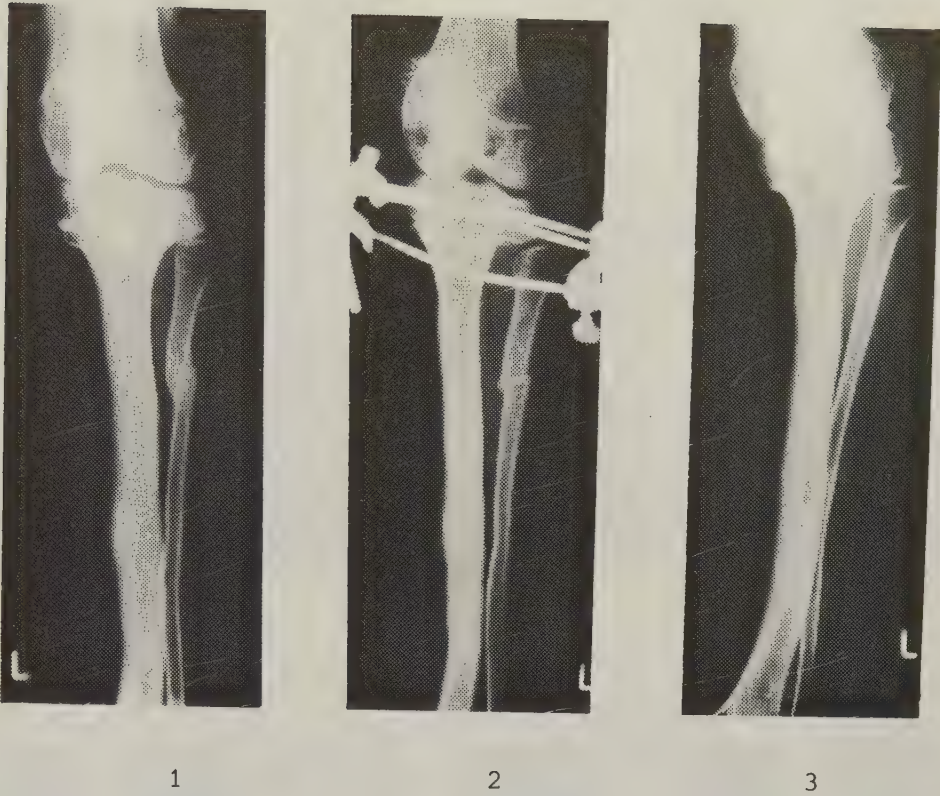


Kombination Rahmen-Klammer-Fixateur bei P. der distalen Tibia. Zur Stabilisierung einer eher schlaffen P. reicht der einfache Rahmen-Fixateur nicht aus. Er ist mit einem von ventral angelegten Klammer-Fixateur zu ergänzen.
a) Ansicht von vorne.
b) Seitenansicht.

Abb. 7

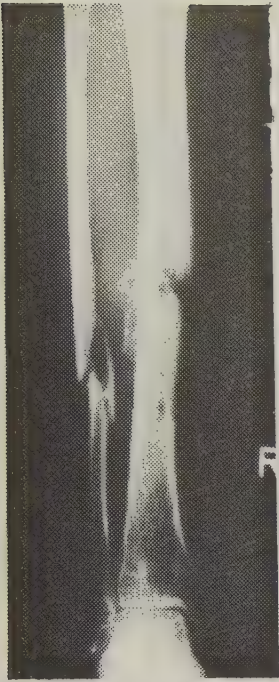


Verwendung des Fixateur externe nach Wagner bei Defekt-P. des Femurschaftes.
a, b) Der zur Verlängerungsosteotomie bestimmte Apparat kann bei Defekt-P. als Stillhalte-Fixateur, bei Kontakt-P. als Druck-Fixateur verwendet werden.

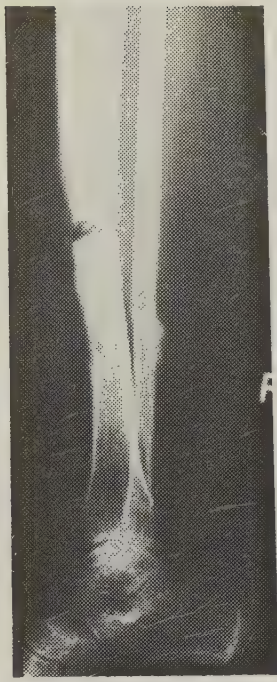


Valgisierende Umstellungsosteotomie am Tibiakopf

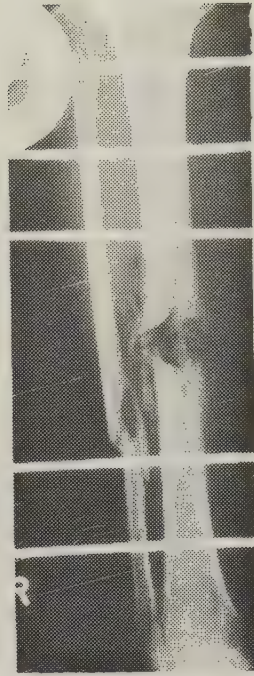
1	vor Operation	8.11.1972
2	nach Operation	21. 1.1974
3	Kontrolle	12. 3.1975



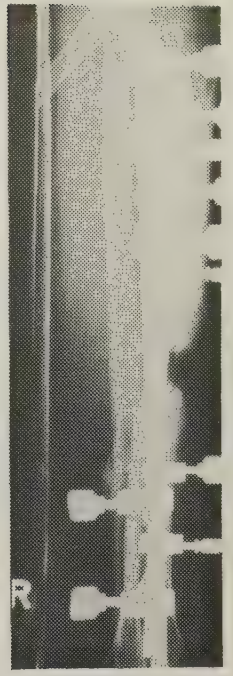
1



2



3



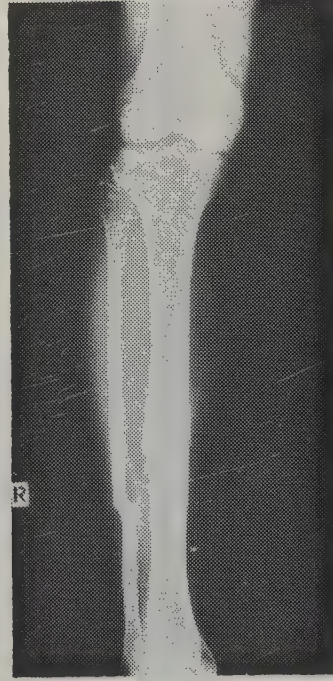
4



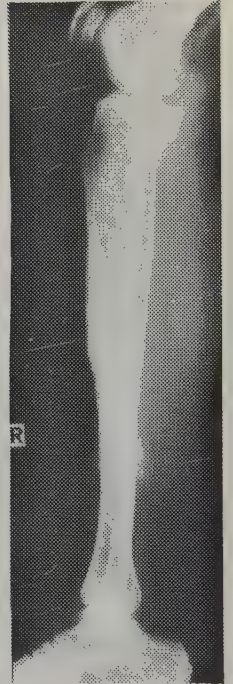
5



6



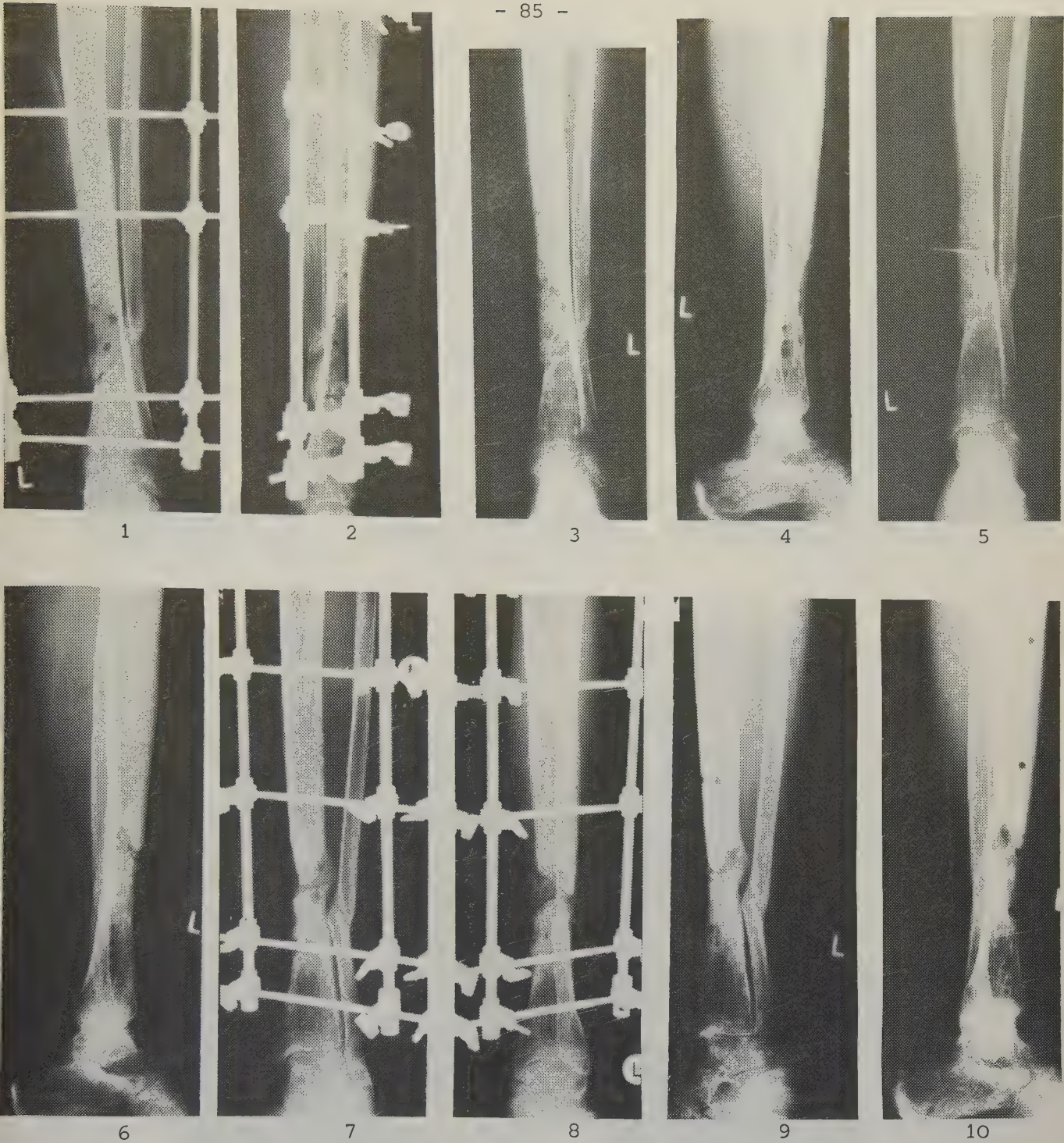
7



8

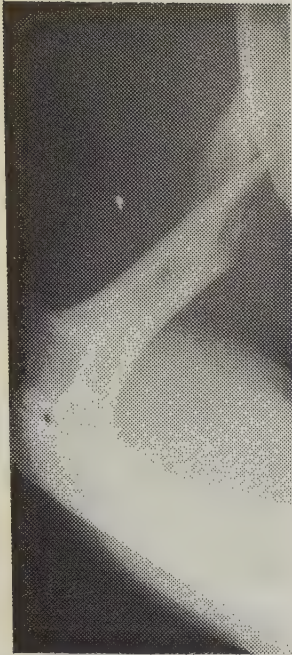
Infizierte Defektpseudarthrose, rechte Tibia

- 1 und 2 Aufnahmebilder 28.6.1971
3 und 4 3. Tag pop
5 und 6 Kontrollaufnahmen 2 Jahre später
7 und 8 Kontrollaufnahmen 3 1/2 Jahre später



Infizierte Defektpseudarthrose der Tibia mit Refraktur und erneuter Behandlung mit Fixateur externe

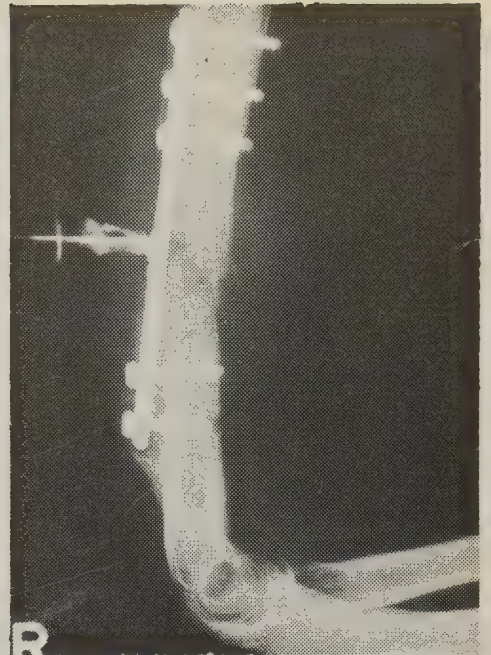
1 und 2	1. Fixateur externe	20. 9.1972
3 und 4	Kontrollaufnahmen	14. 5.1973
5 und 6	Refraktur	30.11.1973
7 und 8	2. Fixateur externe	28. 3.1974
9 und 10	Kontrollaufnahmen	2. 7.1974



1



2



3



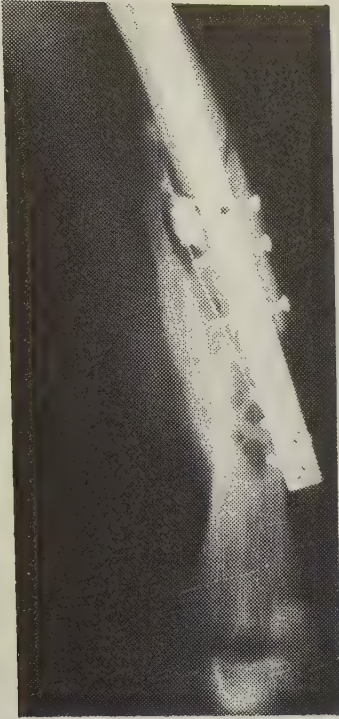
4



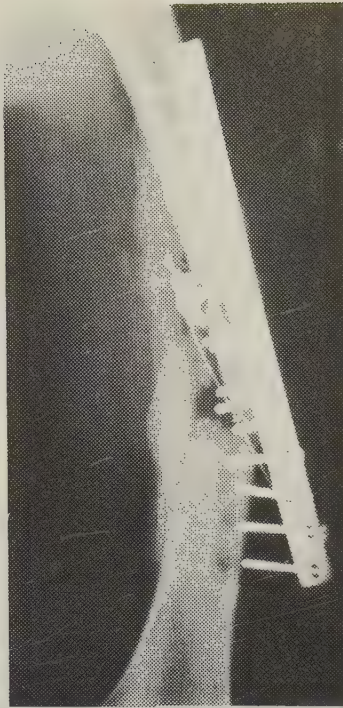
5

Fixateur externe bei infizierter Defektpseudarthrose des Humerus

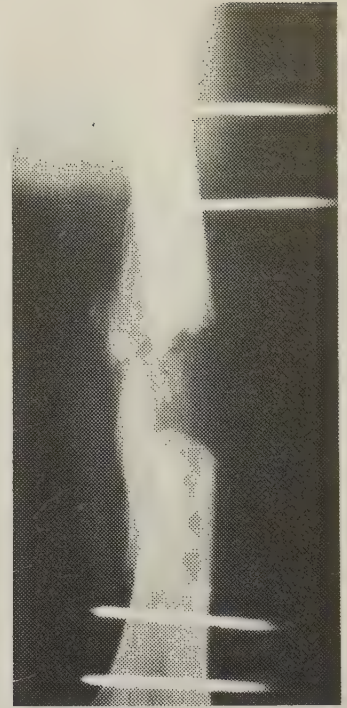
- 1 Unfallbild 7.1.1971
- 2 Humerus - verplattet 5.5.1971
- 3 infizierte Oberarm-pseudarthrose mit Fisteldarstellung 21.9.1971
- 4 Fixateur externe 24.9.1971, 1. Tag pop
- 5 Kontrollbild 2.1.1973



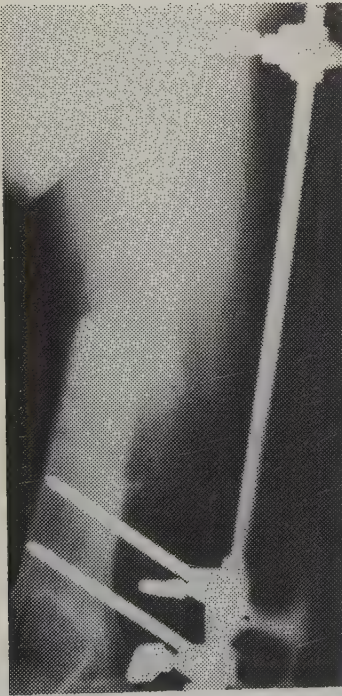
1



2



3



4



5



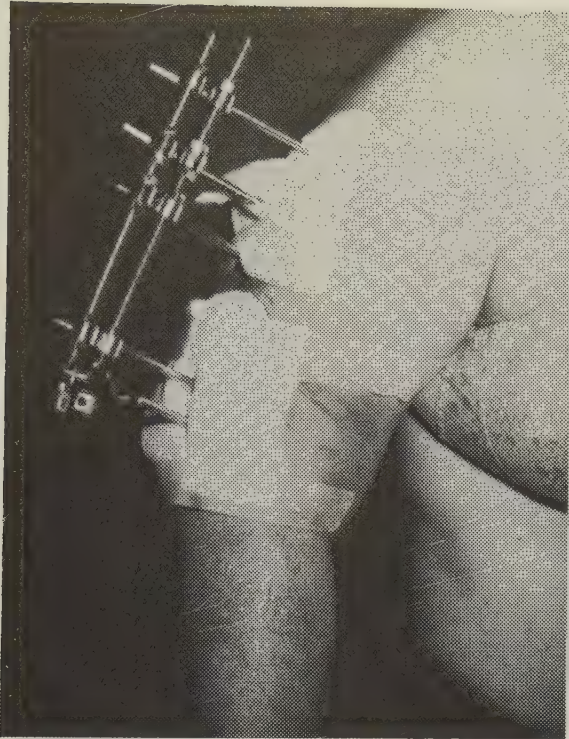
6

Infizierte Defektpseudarthrose (22jähriger Mann), linker Oberschenkel mit stark sezernierender Fistel

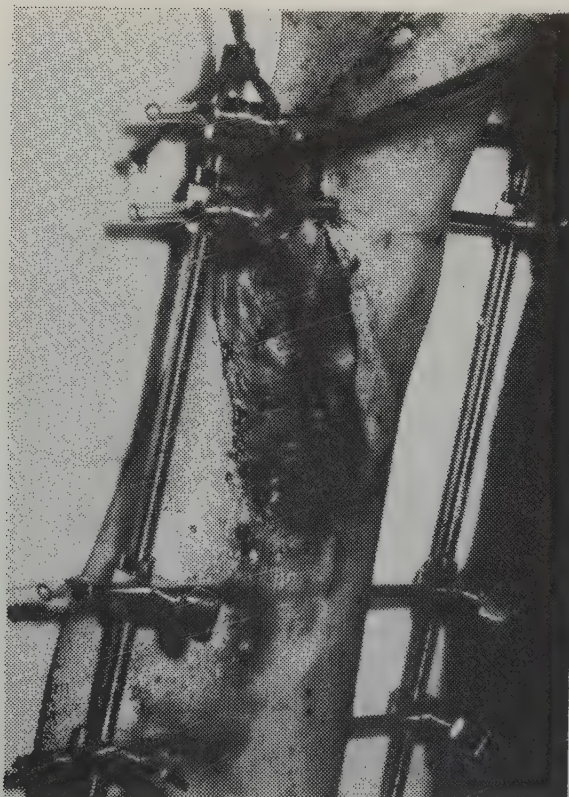
1 und 2 Aufnahmebilder 14.6.1973, 15.6.1973 (Operation)

3 und 4 Fixateur externe mit Schanz'schen Schrauben (4 Wochen später)

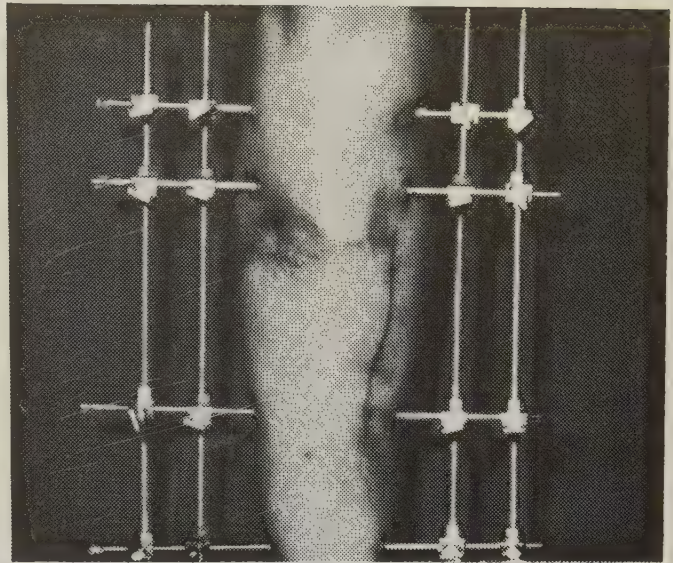
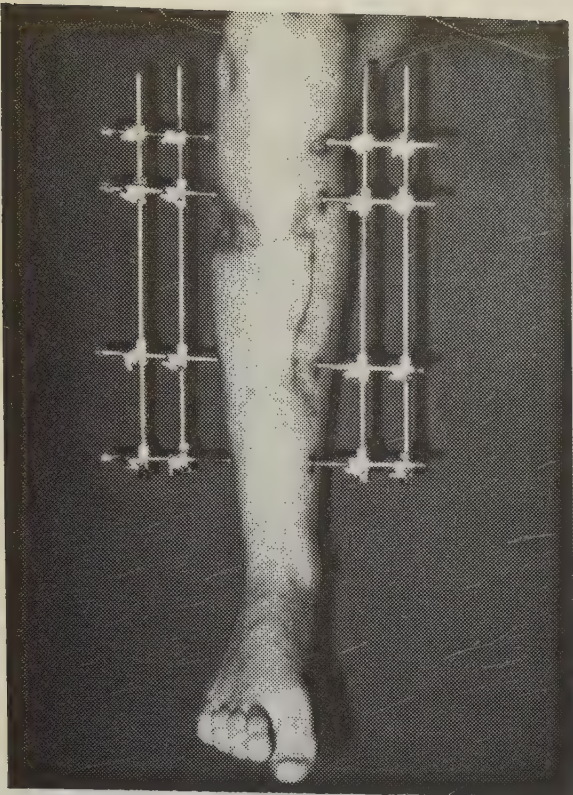
5 und 6 Kontrollbild 28.5.1974



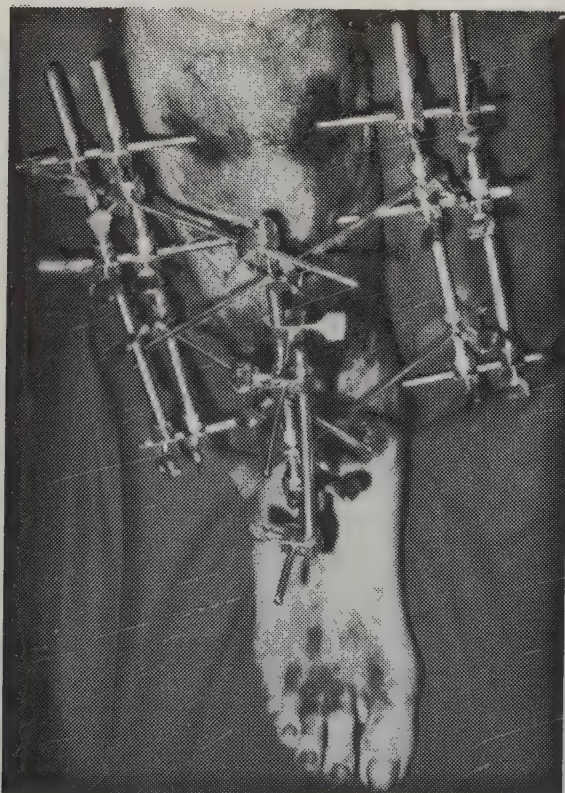
Fixateur externe bei infizierter Defektpseudarthrose
des Humerus



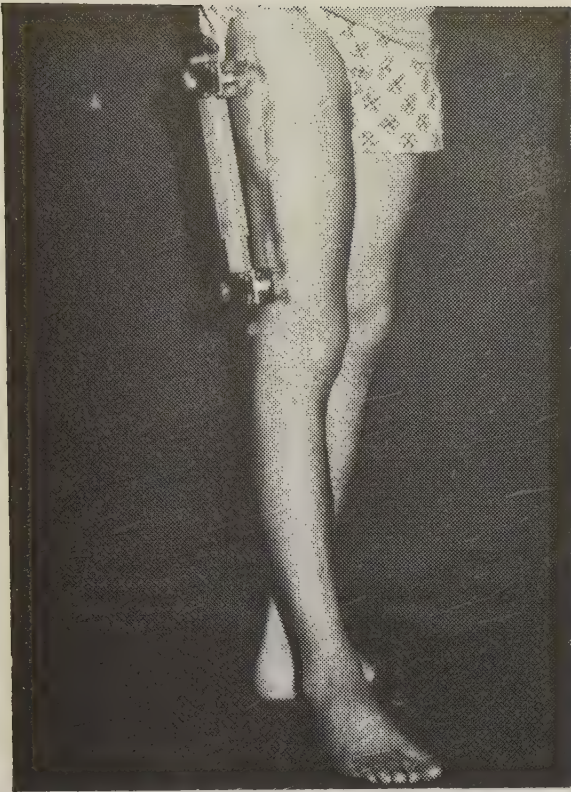
Fixateur externe in der Behandlung einer Tibiafraktur
3. Grades mit erheblichen Weichteildefekten



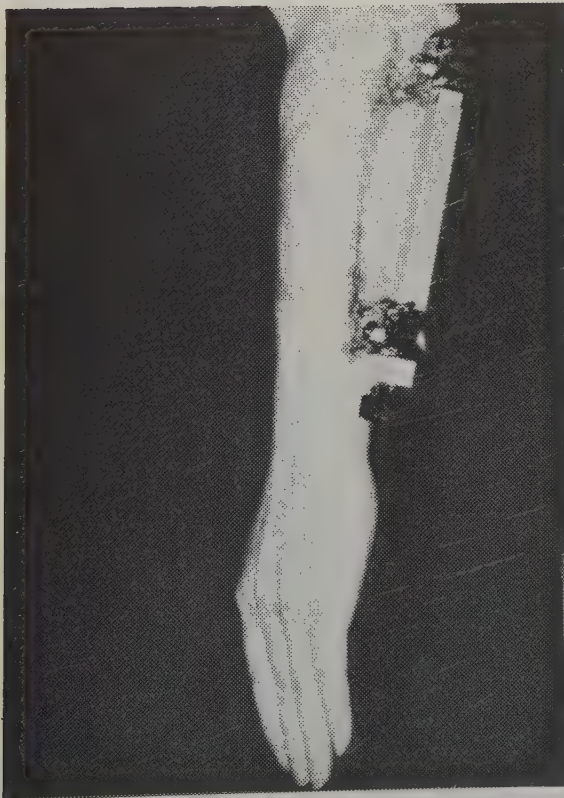
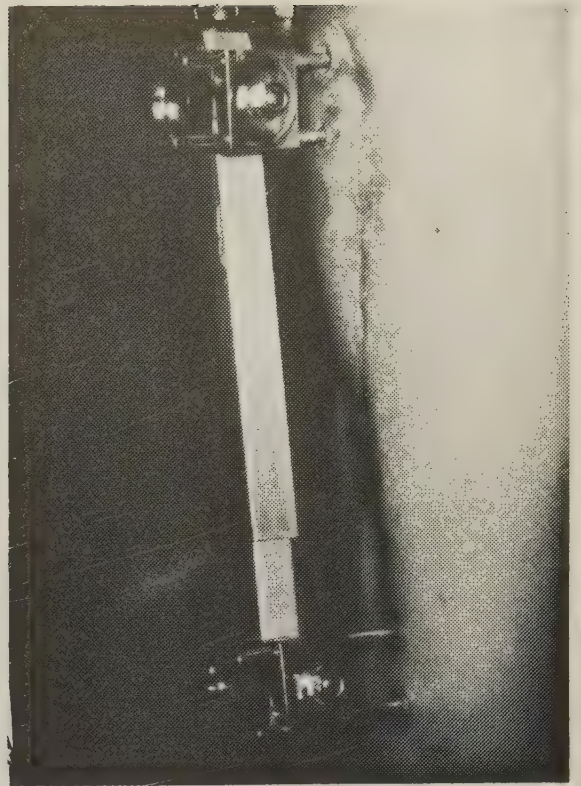
Rahmenfixateur bei infizierter Defektpseudarthrose der Tibia



zeltartige Verspannung bei infizierter Defektpseudarthrose der Tibia



Wagner-Apparat am Oberschenkel



Wagner-Apparat am Unterarm



Fixateur externe am Unterarm

Lebenslauf

Am 1.9.1952 wurde ich, Heinz Friedrich P o t t h a s t, in Bochum als Sohn der Eheleute Fritz und Maria Potthast geboren.

Hier besuchte ich vier Jahre die katholische Volksschule und anschließend neun Jahre die Goethe-Schule, in der ich 1971 mein Abitur bestand.

Zum Wintersemester 1971/72 immatrikulierte ich mich an der Ruhr-Universität in Bochum und bestand dort nach zwei Semestern im Sommer 1972 mein Vorphysikum und 1973 - nach zwei weiteren Semestern - mein Physikum.

Seit dem Wintersemester 1973/74 studiere ich am Klinikum der Gesamthochschule Essen in den klinischen Semestern. Im August 1974 bestand ich dort den ersten Teil der ärztlichen Prüfung, im August 1976 den zweiten Teil und im Oktober 1977 den abschließenden dritten Teil der ärztlichen Prüfung.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Professor
Dr. med. Jörg R e h n für die Überlassung des
Themas sowie für die Unterstützung und Schaffung
der Arbeitsmöglichkeiten.

Meiner lieben Frau, meinen lieben Eltern und meiner
lieben Tante Annemie in Dankbarkeit gewidmet.

